



قسم التكنولوجيا

المقياس: انشاء 2
المدة : 02 سا

السنة الجامعية : 2025 / 2024
المستوى : 4 PEST GM

اختبار السداسي الثاني

الإجابة تكون مباشرة على هذه الوثيقة

تمرين 01 : 08 نقاط

يسمح الجهاز الممثل في الوثيقة شكل 1 بوصل الحركة من المحرك الى العمود 56 او بفصلها .

(1) اشرح من خلال الرسم التجميعي كيف تتم :

عملية وصل الحركة :

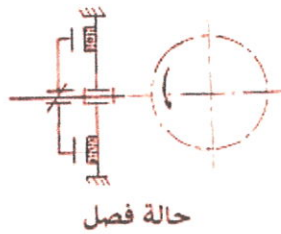
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....

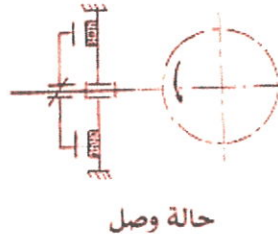
عملية فصل الحركة :

.....
.....
.....
.....

(2) مياشرة على الرسم الموالي. مثل مختلف الجهود المطبقة :



حالة فصل



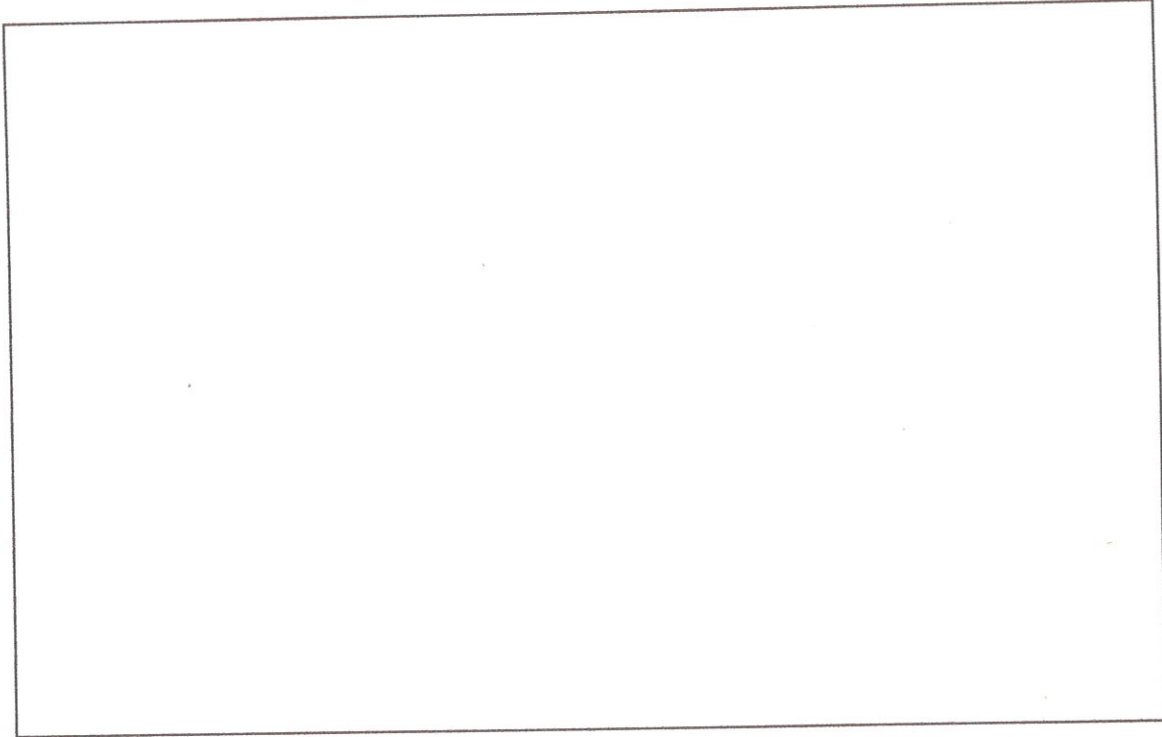
حالة وصل

(3) احسب كل من مزدوجة الوصل نقل والكبح اذا علمت ان : $f=0.4$ قوة النابض $F = 350N$ وقوة الجذب للوشيجة :

1200N

.....
.....
.....
.....

(5) أنشئ رسماً تخطيطياً موافقاً للرسم التجميعي شكل 1 ؟ مباشرة في الإطار أسفله ؟



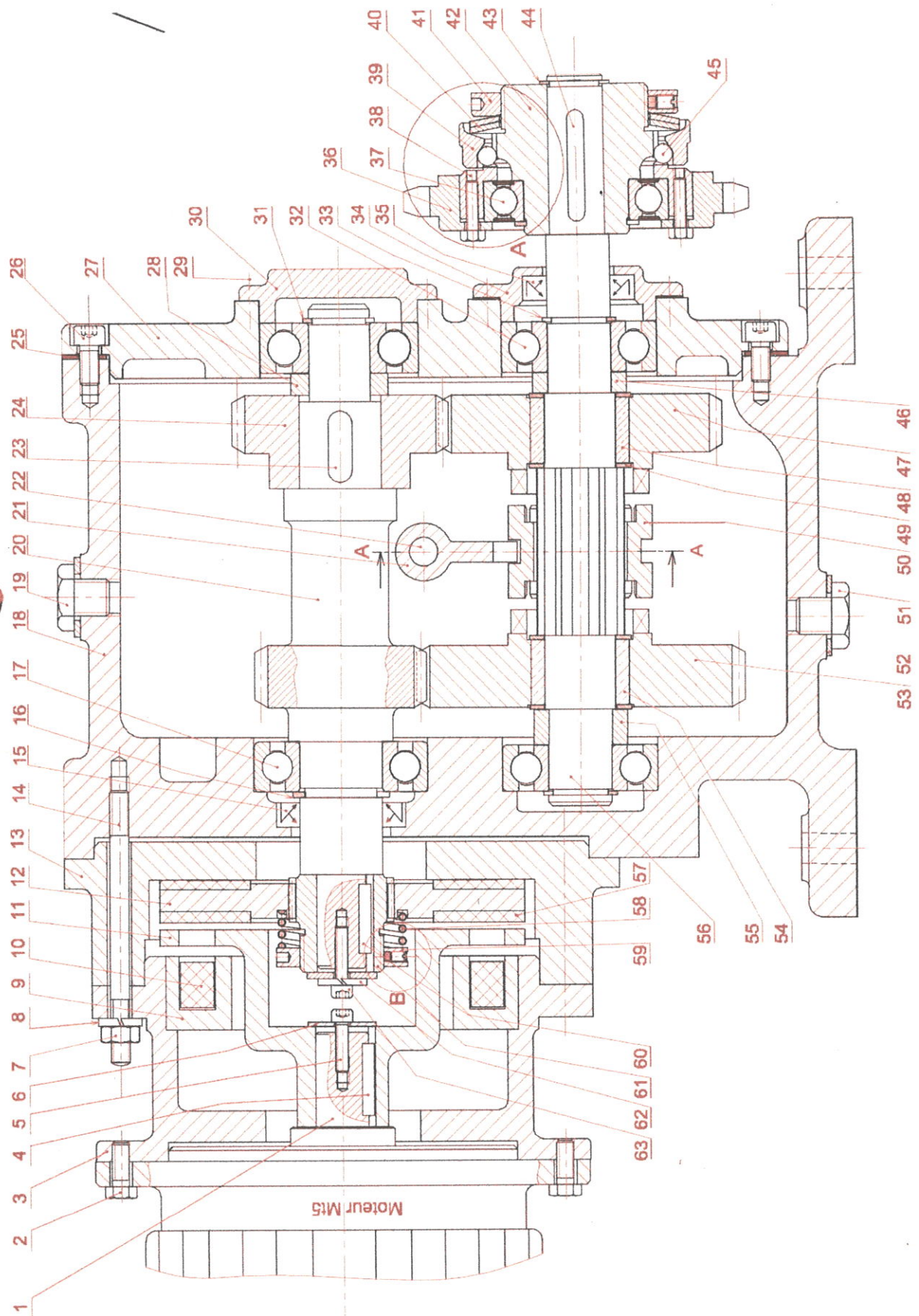
تمرين 02 : 06 نقاط

ليكن نظام نقل الحركة الممثل في الشكل 2 حيث يتكون من بكرتين A و B إذا كانت البكرة A تدور 2 مرات أسرع من البكرة B . علما أن قطر البكرة A : $D_A = 150 \text{ mm}$.

- (1) احسب نسبة النقل لهذا النظام ؟
- (2) احسب قطر البكرة B ؟
- (3) كم تكون سرعة دوران البكرة B . إذا كانت سرعة البكرة A قدرها 50 tr/s ؟
- (4) احسب زوايا اللف للبكرتين ؟ إذا علمت أن التباعد المحوري $a = 330 \text{ mm}$.
- (5) احسب طول السير الذي يربط البكرتين ؟
- (6) إذا علمت أن السير الذي ينقل الحركة بين البكرتين هو سير شبه منحرف . ماهي مميزات هذا النوع من السيور ؟ (اذكر 6 مميزات) . .



شكل 2



المقياس : 3 : 4

شكل 1

2025 / 2024

نقد صيغ اختيار السداسي

4 GM

تقريب 201

1 - شرح من خلال الرسم التالي جميع:

1.1 - عملية الوصل

1.2 - عملية الفصل

2 - حساب سرعة على الرسم، وضع مختلف الجهود

3 - حساب كل من مزدوجة الوصل، والكبح

$$C_e = \frac{2}{3} \cdot F \cdot f \cdot n \cdot R_{\text{moy}} \quad 0.1, 0.1 \quad N = 850 \quad 0.1$$

$$C_e = 10,93 \text{ N.m}$$

مزدوجة الكبح =

$$C_f = \frac{2}{3} \cdot F \cdot f \cdot n \cdot R_{\text{moy}} \quad 0.1, 0.1 \quad N = 350 \quad 0.1$$

$$C_f = 4,5 \text{ N.m}$$

4 - حساب القطعة M: في محتوى 12 عدد لا بأس

به من الشقوق حيث يمكن المجال المغناطيسي المتغير من

الوسيلة ما المرو عبرها و عدد القطعة 12

5 - الرسم التخطيطي الحركي الموافق للحمار، 03 ن

تقريب 02 =

حساب سرعة النقل =

$$r = \frac{MB}{NA} = \frac{1}{2} \quad 0.1$$

حساب قطر السير: β =

$$r = \frac{d_A}{d_B} \rightarrow d_A = d_B = 300 \text{ mm} \quad 0.1$$

م. كما كانت سرعة السير β - إذا كانت سرعة السير A حركتها

$$r = \frac{MB}{NA}$$

$$MB = NA = 25 \text{ tr/s} \quad 50 \text{ tr/s}$$

حساب راديا الف للسير

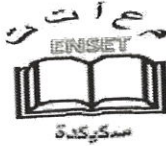
$$\beta = \sin^{-1} \left(\frac{d_A + d_B}{2a} \right)$$

$$\beta = 0,25 \text{ rad} \quad 0.1 \quad \theta_1 = \theta_2 = \pi + 2\beta = 265^\circ$$

$$L = 2a + \frac{\pi}{2} (d_A + d_B) + \frac{\pi}{2} (d_A + d_B) \quad 0.1$$

$$L = 1520 \text{ mm}$$

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



DÉPARTEMENT DE TECHNOLOGIE



NIV : 4EME ANNÉE PEST GC
COEFFICIENT : 01
ANNEE UNIVERSITAIRE : 2024/2025

MODULE : TOPOGRAPHIE II
HORAIRE : 02 HEURES
DATE D'EXAMEN : 22/06/2025 À 13^H

EMD 02



NOM :

PRÉNOM :

COCHER LA BONNE RÉPONSE EN (✓), ET LA MAUVAISE RÉPONSE PAR (X): ET DONNER VOTRE PROPRE COMMENTAIRE SUR LA QUESTION POSÉE

Q1- . Quelle est la finalité principale d'une implantation en topographie ?

- A. ☐ Réaliser un levé altimétrique
- B. ☐ Mesurer des angles et des distances
- C. ☐ Matérialiser sur le terrain des éléments d'un plan
- D. ☐ Convertir les plans en coordonnées UTM

VC :

Q2. Quelle est l'opération inverse d'un lever topographique ?

- A. ☐ Le nivellement
- B. ☐ L'implantation
- C. ☐ La polygonation
- D. ☐ Le recalage

VC :

Q3. Quel est l'objectif de la méthode du 3-4-5 ?

- A. ☐ Tracer une courbe par interpolation
- B. ☐ Tracer une perpendiculaire à une droite
- C. ☐ Mesurer un angle topographique
- D. ☐ Déterminer une altitude par nivellement

VC :

Q4. Dans la méthode du 3-4-5, les côtés du triangle respectent :

- A. ☐ Un triangle quelconque
- B. ☐ Le théorème de Thalès
- C. ☐ Le théorème de Pythagore
- D. ☐ Une approximation angulaire

VC :

Q5. La méthode de la médiatrice permet de :

- A. ☐ Définir un angle aigu
- B. ☐ Tracer une perpendiculaire en utilisant deux distances égales
- C. ☐ Réaliser une compensation
- D. ☐ Déterminer des coordonnées GPS

VC :

Q6. Que permet l'implantation par coordonnées polaires ?

- A. ☐ Mesurer des angles internes d'un polygone
- B. ☐ Réaliser des courbes altimétriques
- C. ☐ Positionner un point en fonction d'un angle et d'une distance
- D. ☐ Réduire des erreurs de visée

VC :

Q7. Dans une implantation par coordonnées rectangulaires, l'ordonnée est mesurée :

- A. ☐ Sur l'axe des abscisses
- B. ☐ Sur la perpendiculaire à l'axe donné
- C. ☐ Sur une ligne inclinée
- D. ☐ À partir du centre du théodolite

VC :

Q8. L'instrument typique utilisé pour des implantations précises est :

- A. ☐ Le tachéomètre
- B. ☐ L'équerre optique
- C. ☐ Le mètre ruban
- D. ☐ Le niveau à bulle

VC :

Q9. Quel est le rôle du canevas de base dans une implantation ?

- A. ☐ Réduire le nombre de visées
- B. ☐ Fournir une base de calcul topométrique
- C. ☐ Servir de repère fiable pour implanter les éléments
- D. ☐ Optimiser l'usage du théodolite

VC :

Q10. Que fait-on lorsqu'on utilise l'implantation par triangulation ?

- A. ☐ On implante les points avec un GPS
- B. ☐ On déduit la position d'un point par visées croisées depuis deux stations
- C. ☐ On corrige les erreurs par lissage
- D. ☐ On réalise une implantation de courbe

VC :

Q11. Le tracé d'un angle donné s'effectue à partir de :

- A. ☐ Deux distances quelconques
- B. ☐ Deux courbes égales
- C. ☐ Une distance et une perpendiculaire
- D. ☐ Un gisement connu

VC :

Q12. Lors d'un alignement de grande portée, pourquoi utilise-t-on deux positions du cercle vertical ?

- A. ☐ Pour tracer plus rapidement
- B. ☐ Pour compenser les erreurs instrumentales
- C. ☐ Pour éviter l'utilisation du tachéomètre
- D. ☐ Pour faciliter le calcul des coordonnées

VC :

Q13. Quel cas nécessite un calcul trigonométrique pour implanter un point ?

- A. ☐ Les deux extrémités sont visibles
- B. ☐ Un des points est inaccessible
- C. ☐ Le point à implanter est sur l'axe
- D. ☐ Il n'y a pas besoin d'angle

VC :

Q14. Dans l'implantation par coordonnées polaires, on utilise :

- A. ☐ Deux distances orthogonales
- B. ☐ Une direction fixe et une élévation

C. ☐ Un angle et une distance

D. ☐ Deux points nodaux

VC :

Q15. Lorsqu'on ne peut pas mesurer de distance sur le terrain, on préfère :

A. ☐ L'implantation rectangulaire

B. ☐ L'implantation par rayonnement

C. ☐ L'implantation par triangulation

D. ☐ L'implantation par rabattement

VC :

Q16. Une implantation par intersection est particulièrement utile :

A. ☐ Lorsque les angles sont inconnus

B. ☐ Lorsque les distances sont difficiles à mesurer

C. ☐ Quand les courbes sont nombreuses

D. ☐ Si le plan est incomplet

VC :

Q17. Le raccordement circulaire simple concerne :

A. ☐ Une ligne polygonale

B. ☐ Une droite perpendiculaire

C. ☐ Un arc unique entre deux tangentes

D. ☐ Une intersection de trois alignements

VC :

Q18. Le sommet du raccordement circulaire est situé :

A. ☐ Au centre de l'arc

B. ☐ À l'intersection des tangentes

C. ☐ Sur le point de tangence

D. ☐ Sur l'axe médian du cercle

VC :

Q19. Pour implanter un arc circulaire quand le centre est inaccessible, on utilise :

A. ☐ Un compas

B. ☐ Un système de compensation

C. ☐ Des points auxiliaires et des calculs trigonométriques

D. ☐ Des coordonnées GPS

VC :

Q20. Dans une implantation de courbe, on positionne les points :

A. ☐ Sur les tangentes uniquement

B. ☐ En mesurant des rayons à partir du centre

C. ☐ Avec des équations algébriques

D. ☐ À main levée

VC :



DÉPARTEMENT DE TECHNOLOGIE



NIV : 4EME ANNÉE PEST GC
COEFFICIENT : 01
ANNEE UNIVERSITAIRE : 2024/2025

MODULE : TOPOGRAPHIE II
HORAIRE : 02 HEURES
DATE D'EXAMEN : 22/06/2025 À 13^H

CORRIGÉ TYPE



COCHER LA BONNE RÉPONSE EN (✓), ET LA MAUVAISE RÉPONSE PAR (X): ET DONNER VOTRE PROPRE COMMENTAIRE SUR LA QUESTION POSÉE

Q1- . Quelle est la finalité principale d'une implantation en topographie ?

- A. ☒ Réaliser un levé altimétrique (0.125 Pts)
 - B. ☒ Mesurer des angles et des distances (0.125 Pts)
 - C. ☒ Matérialiser sur le terrain des éléments d'un plan (0.125 Pts)
 - D. ☒ Convertir les plans en coordonnées UTM (0.125 Pts)
- VC :** L'implantation matérialise sur le terrain les éléments prévus sur le plan..(0.5 Pts)

Q2. Quelle est l'opération inverse d'un lever topographique ?

- A. ☒ Le nivellement (0.125 Pts)
- B. ☒ L'implantation (0.125 Pts)
- C. ☒ La polygonation (0.125 Pts)
- D. ☒ Le recalage (0.125 Pts)

VC : L'implantation est l'opération inverse du lever. ..(0.5 Pts)

Q3. Quel est l'objectif de la méthode du 3-4-5 ?

- A. ☒ Tracer une courbe par interpolation (0.125 Pts)
 - B. ☒ Tracer une perpendiculaire à une droite (0.125 Pts)
 - C. ☒ Mesurer un angle topographique (0.125 Pts)
 - D. ☒ Déterminer une altitude par nivellement (0.125 Pts)
- VC :** La méthode du 3-4-5 sert à tracer une perpendiculaire (0. 5 Pts)

Q4. Dans la méthode du 3-4-5, les côtés du triangle respectent :

- A. ☒ Un triangle quelconque (0.125 Pts)
- B. ☒ Le théorème de Thalès (0.125 Pts)
- C. ☒ Le théorème de Pythagore (0.125 Pts)
- D. ☒ Une approximation angulaire (0.125 Pts)

VC : Les longueurs 3-4-5 respectent le théorème de Pythagore (0. 5 Pts)

Q5. La méthode de la médiatrice permet de :

- A. ☒ Définir un angle aigu (0.125 Pts)
- B. ☒ Tracer une perpendiculaire en utilisant deux distances égales (0.125 Pts)
- C. ☒ Réaliser une compensation (0.125 Pts)
- D. ☒ Déterminer des coordonnées GPS (0.125 Pts)

VC Elle repose sur l'égalité de distance aux extrémités (0. 5 Pts)

Q6. Que permet l'implantation par coordonnées polaires ?

A. **X** Mesurer des angles internes d'un polygone (0.125 Pts)

B. **X** Réaliser des courbes altimétriques (0.125 Pts)

C. ☒ Positionner un point en fonction d'un angle et d'une distance (0.125 Pts)

D. **X** Réduire des erreurs de visée (0.125 Pts)

VC : L'implantation polaire utilise un angle et une distance. (0. 5 Pts)

Q7. Dans une implantation par coordonnées rectangulaires, l'ordonnée est mesurée :

A. **X** Sur l'axe des abscisses (0.125 Pts)

B. ☒ Sur la perpendiculaire à l'axe donné (0.125 Pts)

C. **X** Sur une ligne inclinée (0.125 Pts)

D. **X** À partir du centre du théodolite (0.125 Pts)

VC : L'ordonnée est portée sur la perpendiculaire à l'axe. (0. 5 Pts)

Q8. L'instrument typique utilisé pour des implantations précises est :

A. ☒ Le tachéomètre (0.125 Pts)

B. **X** L'équerre optique (0.125 Pts)

C. **X** Le mètre ruban (0.125 Pts)

D. **X** Le niveau à bulle (0.125 Pts)

VC : Le tachéomètre est utilisé pour les implantations précises. (0. 5 Pts)

Q9. Quel est le rôle du canevas de base dans une implantation ?

A. **X** Réduire le nombre de visées (0.125 Pts)

B. **X** Fournir une base de calcul topométrique (0.125 Pts)

C. ☒ Servir de repère fiable pour implanter les éléments (0.125 Pts)

D. **X** Optimiser l'usage du théodolite (0.125 Pts)

VC : Le canevas sert de base fiable pour positionner les éléments (0. 5 Pts)

Q10. Que fait-on lorsqu'on utilise l'implantation par triangulation ?

A. **X** On implante les points avec un GPS (0.125 Pts)

B. ☒ On déduit la position d'un point par visées croisées depuis deux stations (0.125 Pts)

C. **X** On corrige les erreurs par lissage (0.125 Pts)

D. **X** On réalise une implantation de courbe (0.125 Pts)

VC : On détermine un point en croisant des visées depuis deux points connus. (0. 5 Pts)

Q11. Le tracé d'un angle donné s'effectue à partir de :

A. **X** Deux distances quelconques (0.125 Pts)

B. **X** Deux courbes égales (0.125 Pts)

C. ☒ Une distance et une perpendiculaire (0.125 Pts)

D. **X** Un gisement connu (0.125 Pts)

VC : L'angle est formé avec une distance + une perpendiculaire. (0. 5 Pts)

Q12. Lors d'un alignement de grande portée, pourquoi utilise-t-on deux positions du cercle vertical ?

A. **X** Pour tracer plus rapidement (0.125 Pts)

B. ☒ Pour compenser les erreurs instrumentales (0.125 Pts)

C. **X** Pour éviter l'utilisation du tachéomètre (0.125 Pts)

D. **X** Pour faciliter le calcul des coordonnées (0.125 Pts)

VC : Cela permet de compenser les erreurs systématiques. (0. 5 Pts)

Q13. Quel cas nécessite un calcul trigonométrique pour implanter un point ?

A. **X** Les deux extrémités sont visibles (0.125 Pts)

B. ☒ Un des points est inaccessible (0.125 Pts)

C. **X** Le point à implanter est sur l'axe (0.125 Pts)

D. **X** Il n'y a pas besoin d'angle (0.125 Pts)

VC Le recours au calcul trigonométrique est nécessaire si un point est inaccessible. (0. 5 Pts)

Q14. Dans l'implantation par coordonnées polaires, on utilise :

A. **X** Deux distances orthogonales (0.125 Pts)

B. **X** Une direction fixe et une élévation (0.125 Pts)

C. ☒ Un angle et une distance (0.125 Pts)

D. ☒ Deux points nodaux (0.125 Pts)

VC Coordonnées polaires = angle + distance. (0.5 Pts)

Q15. Lorsqu'on ne peut pas mesurer de distance sur le terrain, on préfère :

A. ☒ L'implantation rectangulaire (0.125 Pts)

B. ☒ L'implantation par rayonnement (0.125 Pts)

C. ☒ L'implantation par triangulation (0.125 Pts)

D. ☒ L'implantation par rabattement (0.125 Pts)

VC : La triangulation ne nécessite pas de mesure de distances. (0.5 Pts)

Q16. Une implantation par intersection est particulièrement utile :

A. ☒ Lorsque les angles sont inconnus (0.125 Pts)

B. ☒ Lorsque les distances sont difficiles à mesurer (0.125 Pts)

C. ☒ Quand les courbes sont nombreuses (0.125 Pts)

D. ☒ Si le plan est incomplet (0.125 Pts)

VC : L'intersection est utile en cas d'inaccessibilité aux distances (0.5 Pts)

Q17. Le raccordement circulaire simple concerne :

A. ☒ Une ligne polygonale (0.125 Pts)

B. ☒ Une droite perpendiculaire (0.125 Pts)

C. ☒ Un arc unique entre deux tangentes (0.125 Pts)

D. ☒ Une intersection de trois alignements (0.125 Pts)

VC : Un raccordement simple implique un seul arc de cercle. (0.5 Pts)

Q18. Le sommet du raccordement circulaire est situé :

A. ☒ Au centre de l'arc (0.125 Pts)

B. ☒ À l'intersection des tangentes (0.125 Pts)

C. ☒ Sur le point de tangence (0.125 Pts)

D. ☒ Sur l'axe médian du cercle (0.125 Pts)

VC : Le sommet d'un raccordement est l'intersection des tangentes.. (0.5 Pts)

Q19. Pour implanter un arc circulaire quand le centre est inaccessible, on utilise :

A. ☒ Un compas (0.125 Pts)

B. ☒ Un système de compensation (0.125 Pts)

C. ☒ Des points auxiliaires et des calculs trigonométriques (0.125 Pts)

D. ☒ Des coordonnées GPS (0.125 Pts)

VC : On compense l'inaccessibilité du centre par calculs et points auxiliaires. (0.5 Pts)

Q20. Dans une implantation de courbe, on positionne les points :

A. ☒ Sur les tangentes uniquement (0.125 Pts)

B. ☒ En mesurant des rayons à partir du centre (0.125 Pts)

C. ☒ Avec des équations algébriques (0.125 Pts)

D. ☒ À main levée (0.125 Pts)

VC : Les points sont placés à des distances égales au rayon du cercle. (0.5 Pts)



المستوى: السنة الرابعة هندسة، الفوج:

الاسم:

اللقب:

الإجابة: امتحان السداسي الثاني: علم النفس الاجتماعي المدرسي

حافظ على نظافة الورقة.

س1: ما المقصود بالمصطلحات التالية: (2 ن)

ج1: الإدارة الصفية: (0.8 ن) + الدافعية (0.8 ن)

(أي تعريف وادعى المحاضرة)

* بالنسبة للأفواج الأخرى، الإدارة الصفية (0.8 ن) + القيادة الذاتية (0.8 ن)

القيادة الذاتية: هي قيادة شخصية، تعني قدرة الفرد على التحكم في سلوكياته وإدارتها والسعي المستمر لتطوير مهاراته، وتوجيه قراراته الشخصية بوعي ذاتي عميق إضافة إلى ضبط وتحفيز نفسه لتحقيق أهدافه الشخصية بشكل مستقل

س2: أقرأ العبارات التالية بتأن واختر الإجابة الصحيحة بوضع علامة (X) الإجابة الخاطئة تلغى الصحيحة؟ (13 ن)

العبارة	العبارة
1- الروح المعنوية	أ- قوة داخلية محركة لسلوك الطالب لتحقيق إشباع لحاجاته الانسانية.
	ب- ترتبط بالحوافز المادية والمعنوية التي يتلقاها المعلم بعد أداء متعب. (0.75 ن)
	ت- غياب أو انقطاع المعلمين عن العمل مؤشر مرضي لعدم رضاهم (0.75 ن)
	ج- ولا إجابة صحيحة مما سبق ذكره أعلاه.
2- من أهداف الإدارة الصفية : 1- توفير بيئة تعليمية نشطة ومريحة. (0.75 ن)	ب- تقديم تقارير عن سير العمل التربوي..
	ت- الكفاءة الأكاديمية للأستاذ والرصيد المعرفي المتخصص. (0.75 ن)
	ج- كل الإجابات صحيحة.
3- النمط الإداري الديمقراطي : أ- الحرية المطلقة للطلبة.	ب- الحرية المقيدة للطلبة.
	ت- الكفاءة المعرفية اللامحدودة
	ج- الإجابة ب و ت صحيحة.
4- الحوافز :	أ- تقديم مبلغ مادي مقابل أداء عمل واجب .
	ب - يتلقاها الأستاذ كراتب شهري ومنها المالية وغير المالية.
	ت- علاوات مادية نظير إسهامات خاصة. (0.4 ن)
	ج- كل الإجابات صحيحة
5- القيادة الذاتية :	أ- تأثير موضوعي في الصف.
	ب- التزام بمركزية القرار وتأثير بعينه للأفراد. (0.4 ن)
	ت- ترتبط بالمواظبة الحضورية
6- العلاقات الانسانية المؤقتة : أ- سمتها القرب التفاعلي.	ب - فيها دعم للتباعد والتماسك فيما بينهم.

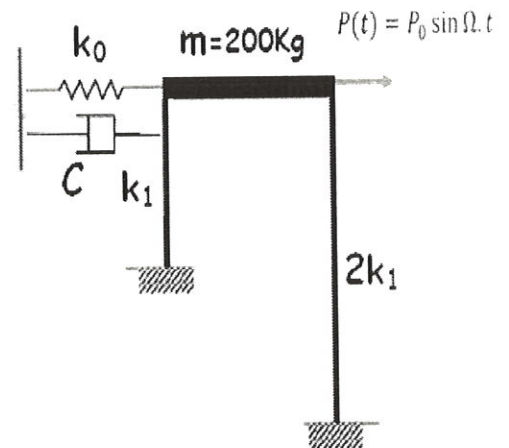


Examen (DDS)

Exercice N°1 (13 point)

Le système mécanique de la figure ci-dessous est constitué un portique de plancher infiniment rigide, a une masse (m) est reliée à un ressort de rigidité $k_0=12,78$ KN/m. génère une force harmonique $F(t)=20 \sin(30)t$ KN est appliquée au niveau du plancher On donne : $m=200$ kg, $C= 8.88$ N.S/m et $k_1= 15$ KN/m.

- 1- Déterminer la fréquence propre f_0 du système.
- 2- Décrire l'équation horaire du mouvement, sachant qu'à $t=0$, $x(0) = \dot{x}(0) = 0$.
- 3- Déterminer la force maximale transmise au pied de chaque colonne.



Exercice N°2 (07 point)

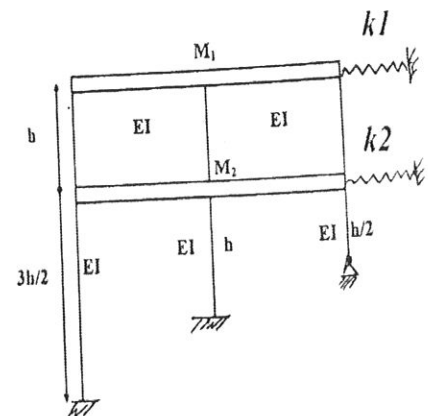
Un bâtiment en béton armé de deux étages est schématisé par la figure ci-dessous dont les caractéristiques sont.

1. Déterminer la matrice de masse et de rigidité.
2. Déterminer les fréquences propres.

Donner :

$h = 3$ m ; $m = 120$ t. Avec $M_1=M_2=m$;

$$k_1 = \frac{4EI}{h^3} ; k_2 = \frac{4EI}{9h^3} ; \frac{EI}{h^3} = 6.67 \cdot 10^6 \text{ N/m}$$





Correction typique d'examen (DDS)

Solution exercice N°1: (12 point)

1- l'équation horaire du mouvement :

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + k_{eq}x = F(t)$$

Avec :

- En peut être exprimée par :

$$k_{eq} = k_0 + k_1 + 2k_1 = 57.78 \cdot 10^3 \text{ N/m}$$

C'est une équation différentielle qui exprime le mouvement d'un oscillateur simple en vibration forcée équivalent au système mécanique étudié dont le modèle est illustré sur la figure suivante.

Alors, pour écrire l'équation horaire du mouvement pour ce système, il suffit d'utiliser la relation suivante.

$$x(t) = e^{-\xi\omega t} [B_1 \sin(\omega_d t) + B_2 \cos(\omega_d t)] + \frac{F_0}{k_{eq}} \cdot \frac{1}{\sqrt{(1-\beta^2)^2 + (2\xi\beta)^2}} \sin(\omega t + \varphi)$$

La vitesse instantanée est donnée par :

$$\dot{x}(t) = e^{-\xi\omega t} [- (B_1\omega_d + B_2\xi\omega) \sin(\omega_d t) + (B_2\omega_d - B_1\xi\omega) \cos(\omega_d t)] + \frac{F_0}{k_{eq}} \cdot \frac{1-\beta^2}{\sqrt{(1-\beta^2)^2 + (2\xi\beta)^2}} \omega \cos(\omega t + \varphi).$$

Les constantes B_1 et B_2 sont déterminés à partir des conditions initiales :

- $x(0) = 0 \Rightarrow B_2 + \frac{F_0}{k_{eq}} \cdot \frac{1}{\sqrt{(1-\beta^2)^2 + (2\xi\beta)^2}} \sin(\varphi)$
- $\dot{x}(0) = 0 \Rightarrow B_1\omega_d - B_2\xi\omega + \frac{F_0}{k_{eq}} \cdot \frac{1}{\sqrt{(1-\beta^2)^2 + (2\xi\beta)^2}} \omega \cos(\varphi).$

En déduisant $\sin(\varphi)$ et $\cos(\varphi)$, on trouve :

- $x(0) = 0 \Rightarrow B_2 + \frac{F_0}{k_{eq}} \cdot \frac{2\xi\beta}{(1-\beta^2)^2 + (2\xi\beta)^2} = 0$
- $\dot{x}(0) = 0 \Rightarrow B_1\omega_d - B_2\xi\omega + \frac{F_0}{k_{eq}} \cdot \frac{(1-\beta^2)\omega}{(1-\beta^2)^2 + (2\xi\beta)^2} = 0$

D'où :

- $B_2 = - \frac{F_0}{k_{eq}} \cdot \frac{2\xi\beta}{(1-\beta^2)^2 + (2\xi\beta)^2}$
- $B_1 = - \frac{F_0}{k_{eq}} \cdot \left[\frac{2\xi^2\beta + (1-\beta^2)\beta}{(1-\beta^2)^2 + (2\xi\beta)^2} \right] \frac{\omega}{\omega_d}$

La pulsation propre est donnée par :

$$\omega = \sqrt{\frac{k_{eq}}{m}} = \sqrt{\frac{57.78 \cdot 10^3}{200}} = 16.99 \approx 17 \text{ rad/s}$$

Rapport des fréquences :

$$\beta = \frac{\omega}{\omega_d} = \frac{30}{17} = 1.76$$

Coefficient d'amortissement critique :

$$c_{cr} = 2m\omega = 2 \times 200 \times 17 = 6800 \text{ Ns/m}$$

La fraction d'amortissement :

$$\xi_{cr} = \frac{c_{eq}}{c_{cr}} = \frac{8.88}{6800} = 0.0013$$

La pulsation amortie :

$$\omega_d = \omega \sqrt{1 - \xi^2} = 17 \sqrt{1 - 0.0013^2} = 16.99 \text{ rad/s}$$

①

①

①





N

$$K_1 = \frac{40ET}{h^3}$$


$$K_2 = \frac{12EI}{(\frac{3R}{2})^3} + \frac{12EI}{R^3} + \frac{3EI}{(R/2)^3} + \frac{4EI}{9R^3}$$

$$= \frac{4 \times 8 EI}{R^3} + \frac{12EI}{R^3} + \frac{3 \times 8 EI}{R^3} + \frac{4EI}{9R^3}$$

$$K_2 = \frac{40 \text{ EF}}{K_3}$$



$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} K_1 & -K_1 \\ -K_1 & K_1 + K_2 \end{bmatrix}$

015



valeurs propres du système.

Détermination des valeurs propres : $||[K] - \omega^2 [M]|| = 0$

$$\left| \frac{40EI}{R^3} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 2 \end{bmatrix} - \omega^2 m \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right| = 0 \Rightarrow \frac{EI}{R^3} \begin{bmatrix} 1 - \alpha & -1 \\ -1 & 2 - \alpha \end{bmatrix} = 0 \quad \alpha = \frac{\omega^2 m R^3}{40EI} \quad (0,5)$$

$$(1 - \alpha)(2 - \alpha) - 1 = 0 \Rightarrow \alpha^2 - 3\alpha + 1 = 0 \quad (1) \quad \begin{matrix} \alpha_1 = 0,382 \\ \alpha_2 = 2,618 \end{matrix} \quad \alpha_1 < \alpha_2 \quad \text{car } \omega_1^2 < \omega_2^2$$

$$\begin{cases} \alpha_1 = \frac{\omega_1^2 m R^3}{40EI} \Rightarrow \omega_1^2 = 40 \cdot 0,382 \cdot \frac{EI}{m R^3} = 15,28 \cdot \frac{EI}{m R^3} & (0,5) \\ \alpha_2 = \frac{\omega_2^2 m R^3}{40EI} \Rightarrow \omega_2^2 = 40 \cdot 2,618 \cdot \frac{EI}{m R^3} = 104,72 \cdot \frac{EI}{m R^3} & (0,5) \end{cases}$$

$$\underline{A.N.} : \frac{EI}{m R^3} = \frac{6,67 \cdot 10^6}{120 \cdot 10^3} = 55,58$$

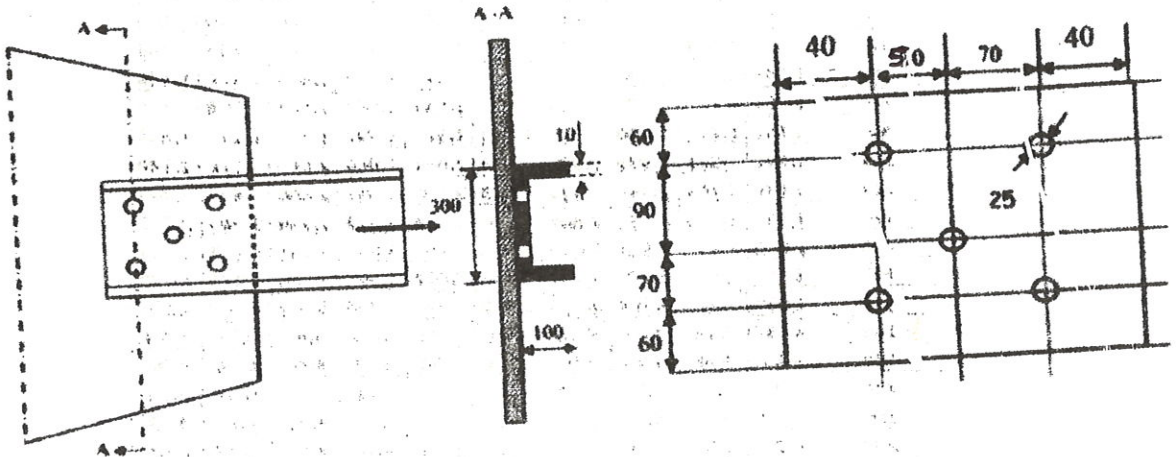
$$\begin{aligned} \omega_1^2 &= 15,28 \cdot 55,58 = 849,26 \quad \rightarrow \omega_1 = 29,14 \text{ rad/s} & (1) \\ \omega_2^2 &= 104,72 \cdot 55,58 = 5820,34 \quad \rightarrow \omega_2 = 76,29 \text{ rad/s} & (1) \end{aligned}$$

Remarque : 2 chiffres après la virgule
pour tous les exercices sauf le coeff K

EMD N 2
C.M (Génie Civil)
Groupe : 01

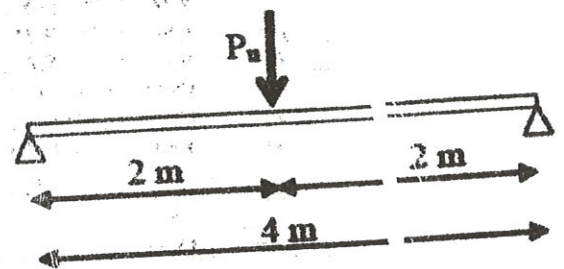
EXO 1 : (08 pts)

Vérifier la distribution géométrique des boulons et calculer la charge maximale que peut supporter l'élément de contreventement dans la section la plus faible, représenté sur la figure ci-dessous, constitué d'un profilé en UAP en acier S235 de (type 6.8). Que est que vous remarquez-vous ?



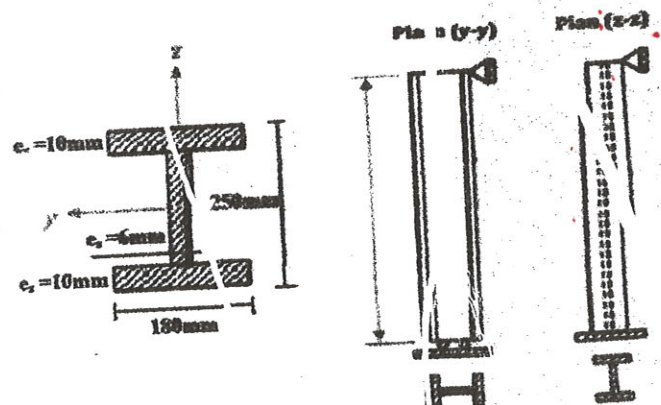
EXO 2 : (06 pts)

Vérifiez au déversement la poutre constituée par un IPE200 (Classe 1 en flexion simple $\beta_w=1$) simplement appuyée et ayant une portée $L = 4$ m. La poutre est chargée, en son centre de rotation, par une charge concentrée au milieu (E.L.U) $P_u = 30$ KN. La nuance de l'acier S235 ($\epsilon = 1$). Aux deux extrémités, la rotation de la poutre est bloquée, tandis que le gauchissement n'est empêché.



EXO 3 : (06 pts)

Vérifier la stabilité du poteau composé ayant la section indiquée sur la figure suivante. Le poteau est sollicité par un effort de compression $N = 350$ KN ayant une hauteur de 8 m avec une nuance d'acier S235.



Documents non autorisés sauf le
résumé et les tableaux de profilés

Bonne courage
Dr : M. ROUZI

Corrigé Type EMD N°2

CM "2025"

Exo1: (08pts)

Vérification de la distribution éométrique des boulons:

après la figure on conclue que profilée est un UAP300

Vérification e_1 et P_1 :

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$2 d_0 \leq e_1 \leq \max(12t, 150 \text{ mm})$$

$$2(25) \leq e_1 \leq \max(12 \times 10, 150 \text{ mm})$$

$$30 \text{ mm} \leq e_1 \leq 150 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm} \quad \text{Vérifier}$$

$$P_1 = 70 + 50 = 120 \text{ mm}$$

$$2,2 d_0 \leq P_1 \leq \min(14t, 200 \text{ mm})$$

$$2(25) \leq P_1 \leq \min(14 \times 10, 200 \text{ mm})$$

$$55 \text{ mm} \leq P_1 \leq 140 \text{ mm}$$

$$P_1 = 120 \text{ mm} \quad \text{Vérifier}$$

Vérification e_2 et P_2 :

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$1,5 d_0 \leq e_2 \leq \max(12t, 150 \text{ mm})$$

$$1,5(25) \leq e_2 \leq 150 \text{ mm}$$

$$37,5 \leq e_2 \leq 150 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm} \quad \text{Vérifier}$$

$$P_{2-1} = 90 \text{ mm}$$

$$P_{2-2} = 70 \text{ mm}$$

$$3 d_0 \leq P_2 \leq \min(14t, 200 \text{ mm})$$

$$3(25) \leq P_2 \leq 200 \text{ mm}$$

$$75 \leq P_2 \leq 200 \text{ mm} \quad (P_{2-2} = 70 \text{ mm}) \quad \text{(non Vérifier)}$$

donc on adopte

$$P_{2-1} = 90 \text{ mm} \quad P_{2-2} = 90 \text{ mm}$$

$$e_2 = 50 \text{ mm}$$

2) Calcul de la charge maximal qui peut supporter cet assemblage:

L'assemblage est sollicité au cisaillement dans la section la plus faible (ponté fileté) donc pour la classe (6.8)

Rth des boulons au cisaillement par plan de cisaillement 8

$$F_{v.Rd} = 0,5 f_{ub} \frac{A_s}{\gamma_{M_b}} \quad (25 \text{ (cisaillement)})$$

on remarque que les diamètre des trous

$$d_0 = 25 \text{ mm}$$

$$d = 25 - 2 = 23 \text{ mm} \Rightarrow \text{donc on adopte}$$

des boulons de $\varnothing 22 \text{ mm}$ (M22)

c'est-à-dire les trous sont surdimensionnés

$$F_{v.Rd} = 0,5(600) \frac{303}{1,25}$$

$$F_{v.Rd} = 72720 \text{ N}$$

Vérification de la pression diamétral

$$F_{v.pd} = 2,5 \alpha f_u \frac{d \cdot t}{\gamma_{M_b}}$$

$$S235 \Rightarrow f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$\alpha = \min \left\{ \frac{40}{3(25)}, \frac{120}{3(25)} - \frac{1}{4}, \frac{600}{360} \right\}$$

$$\alpha = 1,22$$

$$F_{v,rd} = 2,5 \times 360 \times \frac{22 \times 10}{1,25}$$

$$F_{v,rd} = 158400 \text{ N}$$

$$F_{max} \leq F_{v,rd}$$

$$F_{max} \leq F_{v,rd} \quad \text{donc} \quad F_{max} \leq \min(F_{v,rd}, F_{v,rd})$$

$$F_{max} \leq \min(72720 \text{ N}, 158400 \text{ N})$$

$$F_{max} = 72720 \text{ N}$$

- On remarque que le diamètre des trous supérieur à celle des boulons, alors on a deux solutions possibles à faire pour rectifier ce problème.

1. on augmente le ϕ des boulons M_{24} et le diamètre des trous 26 mm

2. soit on propose une pièce de jointement entre le boulon et le trou.

Exo 2: (6 pts)

1) Calcul du moment fléchissant ultime $M_{y,ed}$

$$M_{y,ed} = \frac{P_u \cdot L}{4} = \frac{30 \times 4}{4}$$

$$\Rightarrow M_{y,ed} = 30 \text{ KN.m}$$

* Calcul du moment de R^{ce} au déversement $M_{b,Rd}$:

- Moment critique au déversement M_{cr}

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 E I_z}{L^2} \left[\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 G I_t}{\pi^2 E I_z} \right]^{0,5}$$

$$M_{cr} = 1,365 \frac{(3,14)^2 \times 2100000 \times 142,3}{(400)^2}$$

$$= \left[\frac{12980}{142,3} + \frac{400^2 \times 907700 \times 6,915}{(3,14)^2 \times 2100000 \times 142,3} \right]^{0,5}$$

$$M_{cr} = 499200,76 \text{ daN.cm}$$

$$M_{cr} = 49,92 \text{ KN.m}$$

$$M_{b,Rd} = X_{LT} \cdot A_w \cdot \frac{W_{ply} \cdot f_y}{8 M}$$

$$X_{LT} = \frac{1}{Q_{LT} + [Q_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2]^{0,5}} \leq 1$$

$$Q_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{A_w \cdot W_{ply} \cdot f_y}{M_{cr, min}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{1,22 \times 220,6 \times 10^3 \times 235}{49,92 \times 10^3 \times 10^3}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = 1,01$$

$$Q_{LT} = 0,5 \left[1 + 0,21 (1,01 - 0,2) + (1,01)^2 \right]$$

$$Q_{LT} = 1,09$$

$$X_{LT} = \frac{1}{1,09 + [1,09^2 - 1,01^2]^{0,5}} \leq 1$$

$$X_{LT} = 0,67 < 1$$

$$M_{b.Rd} = 0,67 \times 1 \times \frac{220,1 \times 235}{1,1}$$

$$M_{b.Rd} = 3150,43 \text{ KN}\cdot\text{cm}$$

$$M_{b.Rd} = 31,50 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

donc la Condition de R^e

$$M_{y.scl} = 30 \text{ KN}\cdot\text{m} < M_{b.Rd} = 31,50 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

la Condition est vérifiée
cette poutre résiste au
déversement.

Ex03 : (6pts)

1) Vérification de la R^e du Polam?

Condition de R^e à la stabilité
de flambement :

$$K \cdot \sigma_{pc}^{max} \leq \sigma_e$$

$$A = 2(180 \times 10) + (6 \times 230)$$

$$A = 4980 \text{ mm}^2$$

$$A = 49,80 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{pc}^{max} = \frac{N_{pc}^{max}}{A} = \frac{350 \times 10^3}{4980}$$

$$\sigma_{pc}^{max} = 70,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pc}^{max} = 7,02 \text{ daN/mm}^2$$

- Longueurs de flambement l_y et l_z

plan xy :

lisons articulée - articulée

$$l_{yz} = l_0$$

plan yz :

lison articulée, encastée

$$l_{yz} = 0,7 l_0$$

$$l_{yz} = l_0 = 8 \text{ m}$$

$$l_{yz} = 0,7 (8) \Rightarrow l_{yz} = 5,6 \text{ m}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{yz}}{i_y} \Rightarrow i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$\lambda_z = \frac{l_z}{i_z} \Rightarrow i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$I_y = 2 \left[\frac{180 \times 10^3}{12} + (180 \times 10) \times 120 \right] + \frac{230 \times 6^3}{12}$$

$$I_y = 57953,500 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 5795,35 \text{ cm}^4$$

$$I_z = 2 \left[\frac{180^3 \times 10}{12} \right] + \left[\frac{230 \times 6^3}{12} \right]$$

$$I_z = 9724140 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 972,41 \text{ cm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{5795,35}{49,80}} \Rightarrow i_y = 10,78 \text{ cm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{972,41}{49,80}} \Rightarrow i_z = 4,41 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{5,6 \times 10^2}{10,78} \Rightarrow \lambda_y = 51,94$$

$$\lambda_z = \frac{8 \times 10^2}{4,41} \Rightarrow \lambda_z = 181,40$$

$$\lambda = \max(\lambda_y, \lambda_z) \Rightarrow \lambda = \lambda_z = 181,40$$

donc l'axe de flambement

plan de flambement



$$\lambda_1 = 181$$

$$\lambda_2 = 182$$

$$K_1 = 5,20$$

$$K_2 = 5,26$$

(Voir Tableau "K")

$$K_n = K_1 + \frac{K_2 - K_1}{\lambda_2 - \lambda_1} (\lambda - \lambda_1)$$

$$K_n = 5,20 + \frac{(5,26 - 5,20)(181,40 - 181)}{182 - 181}$$

$$K = 5,224$$

$$\sigma_{max} = K \cdot \sigma_{pc} < \sigma_e$$

$$5,224 \times 7,08 = 36,98 \text{ daN/mm}^2 \quad \sigma_e = 24 \text{ daN/mm}^2$$

donc le poteau ne résiste pas au flambement.

il faut redimensionner le poteau.

Examen final De Mécanique Des Sols II

Questions (4 pts)

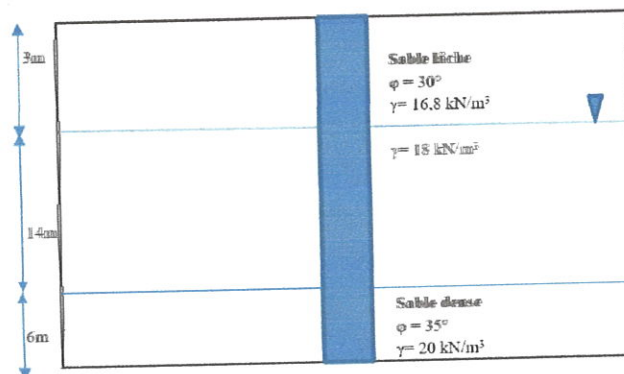
1. Quels sont les classes d'ouvrages de soutènement ? (Donnez la différence)
2. Donner quatre méthodes de stabilisation et renforcement des sols.

Exercice 1 (8 pts)

Un pieux métallique de 32 cm de rayon et 22 m de longueur a été mis dans un sol sableux lâche de 17 m d'épaisseur suivi d'une autre couche de sable moyennement dense de 6m d'épaisseur. Le niveau de la nappe phréatique est situé à 3 m de la surface du sol.

La densité du sable lâche est de 16,8 kN/m³ au-dessus du niveau de la nappe phréatique et 18kN/m³ au-dessous, l'angle de frottement interne est 30°. Le sable moyennement dense a pour densité 20 kN/m³ et un angle de frottement interne 35°. Calculer :

1. La capacité portante de pointe par
 - a. La méthode de MEYERHOF.
 - b. La méthode de VISIC ($I_r = I_{rr} = 80$, $N_c = 106$, $N_\sigma = 75.17$).
 - c. La méthode de Coyle et Castello ($N_q = 45$).
2. La valeur approximative de la capacité portante de pointes.
3. La résistance au frottements ultime. ($k = 1,6$ et $\delta = 0,8 \phi$)
4. La capacité portante admissible pour FS = 4,5



Exercice 2 (8 pts)

On doit réaliser un ouvrage de soutènement en béton pour retenir un massif constitué par un remblai en sable de 4 mètres de hauteur qui surmonte un terrain argileux. Le niveau de la nappe (hydrostatique) et la géométrie du mur sont indiqués sur la figure ci-dessous. Le béton a pour poids volumique 25 kN/m³.

Les caractéristiques des sols en place sont :

Sable : $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$; $c = 0 \text{ kN/m}^2$; $\phi = 35^\circ$

Argile : $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$; $c = 10 \text{ kN/m}^2$; $\phi = 28^\circ$



14/06/2025

Durée : 2 H

ENSET SKIKDA
4^{ème} PEST GC

Examen Final de Mécanique de sol II

Questions de cours : voir cours (4 Pts)

Exo1 (8 Pts)

1. Calcul de la capacité portante par :

a. La méthode de Meyerhof : (2,5)

$$q_p = q_{L(L)} + \frac{(q_{L(D)} - q_{L(L)}) L_b}{10D} \leq q_{e(D)} \quad (0,25)$$

$$q_p = 50 N_q^* \tan \phi \quad (0,25)$$

$$L_b = 6m \quad (0,25)$$

$$D = 0,64m \Rightarrow 10D = 6,4m.$$

$$\Rightarrow L_b < 10D \quad (0,25)$$

D'après l'abaque de Meyerhof :

$$N_{q(D)}^* = 150 \quad (0,25)$$

$$N_{q_r}^* = 58 \quad (0,25)$$

$$q_{e(D)} = 50 (150) \tan 35 = 5251,556 \text{ kN/m}^2.$$

$$(0,25) \quad q_{e(r)} = 50 (58) \tan 30 = 1674,315 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p = 1674,315 + \frac{(5251,556 - 1674,315) 6}{10(0,64)} = 5027,978 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p < q_{e(D)} \quad \text{condition vérifiée} \quad (0,25)$$

(1)

3 - stabilité vis à vis au poinçonnement = (1,5)

Répartition des Contraintes:

$$x = \frac{\sum M_{10}}{R} = \frac{68,74 - 51,251}{62,5} = 0,279 \text{ m.}$$

(0,25)

$$e = \frac{B}{2} - x = 0,471 \text{ m}$$

(0,25)

$$\frac{B}{6} = 0,25 < e \Rightarrow \text{semelle partiellement comprimée}$$

(0,25)

$$B' = 3\left(\frac{B}{2} - e\right) = 0,837 \text{ m}$$

(0,25)

$$\Rightarrow \begin{cases} \sigma_{\min} = 0 \\ \sigma_{\max} = \frac{2R}{B'} = 149,342 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$$

(0,25)

$$q_{\text{ref}} = \frac{3}{4} \sigma_{\max} = 112,007 \text{ kN/m}^2$$

(0,25)

$$q_{\text{ref}} \leq \frac{q_{\text{adm}}}{1,5} \Rightarrow \frac{q_{\text{adm}}}{1,5} = 266,66 \text{ kN/m}^2$$

(0,25)

$\Rightarrow$ C.V.

1. stabilisation vis à vis au renversement : (2,5)

$$F_{sR} = \frac{M_{st}}{M_R} \quad / M_s = M_{w1} + M_{w2}$$

(0,25)

N	surface (m ²)	Poids (KN/m)	Bras de levier (m)	moment (KN.m)
w ₁	0,5 x 3,5 = 1,75	43,75	1,25	54,687
w ₂	0,5 x 1,5 = 0,75	18,75	0,75	14,062
Σ	—	62,5	—	68,74

(2)

$$F_{sR} = 1,34 < 1,5 \Rightarrow \text{C.N.V.}$$

2. stabilisation vis à vis au glissement : (0,5)

$$F_{sg} = \frac{R \tan \delta + C_a B}{F_h} \quad / C_a = 7$$

B = 1,5 m.

$$\delta = \frac{2}{3} \cdot 28 = 18,66$$

(0,25)

$$R = w_1 + w_2 = 62,5 \quad F_h = F_1 + F_2 + F_3 = 36$$

$$\Rightarrow F_{sg} = 0,877 < 1,5$$

C.N.V. (0,25)

$$17 \leq z \leq 23$$

$$Q_{s4} = 210106 (23-17)(1,6)(103,2) \text{ tg } 28$$

$$Q_{s4} = 1059,134 \text{ kN} \quad (0,25)$$

$$Q_s = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3} + Q_{s4}$$

$$Q_s = 2986,409 \text{ kN} \quad (0,25)$$

4. Calcul de la capacité portante admissible:

$$Q_u = Q_p + Q_s = 5702,315 \quad (0,25)$$

$$\Rightarrow Q_{ad} = \frac{Q_u}{F_s} = 1267,181 \text{ kN} \quad (0,25)$$

Exo2: (8pts)

Distribution des contraintes:

$$\sigma_{ha} = K_a \sigma_v - 2c \sqrt{K_a}$$

$$0 \leq z \leq 3,5 \quad \begin{cases} z=0 \Rightarrow \sigma_{ha} = 0 \\ z=3,5 \Rightarrow \sigma_{ha} = K_a \sigma_v / \sigma_v = 63 \text{ kN/m}^2 \end{cases} \quad (0,25)$$

$$K_{a1} = 0,271 \quad (0,25)$$

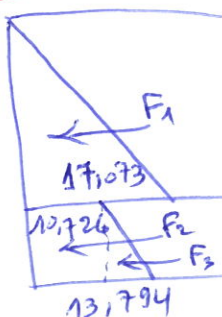
$$K_{a2} = 0,361 \quad (0,25)$$

$$\sigma_{ha} = 17,1073 \text{ kN/m}^2 \quad (0,25)$$

$$3,5 \leq z \leq 4$$

$$\begin{cases} z=3,5 \Rightarrow \sigma_{ha} = K_{a2} \sigma_v - 2c \sqrt{K_{a2}} = 10,726 \text{ kN/m}^2 \quad (0,25) \\ z=4 \Rightarrow \sigma_v = 71,5 \Rightarrow \sigma_{ha} = 13,794 \text{ kN/m}^2 \quad (0,25) \end{cases}$$

n force	force(kN)	Bras(m)	Moment(kN.m)
F ₀₁	29,87	1,66	49,783
F ₀₂	5,363	0,25	1,341
F ₀₃	0,767	0,166	0,127
Σ	36	-	51,251



3- Calcul de la resistance au Frottements ultime. 3,5

$$Q_s = \Sigma p \Delta L f \quad / \quad p = 2\pi R = \pi D = 2,0106$$

$$L = 150 = 9,6 \text{ m} \quad f = K \sigma_v' \operatorname{tg} \delta$$

$$\delta_1 = 0,8 \phi_1 = 24$$

$$\delta_2 = 0,8 \phi_2 = 28$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Z=0 \Rightarrow \sigma_v' = 0 \\ Z=3 \text{ m} \Rightarrow \sigma_v' = 50,4 \text{ kN/m}^2 \\ Z=150=9,6 \text{ m} \Rightarrow \sigma_v' = 16,8 \times 3 + 8 \cdot 6,6 = 103,2 \text{ kN/m}^2 \\ Z > 150 \Rightarrow \sigma_v' = 103,2 \text{ kN/m}^2 \end{array} \right.$$

$$f_{av} = K \sigma_v' \operatorname{tg} \delta$$

$$0 \leq Z \leq 3 \text{ m} : \quad Q_{s1} = p \Delta L f_{av} = (2,0106)(3) 1,6 \left(\frac{0+50,4}{2} \right) (\operatorname{tg} 24)$$

$$Q_{s1} = 108,280 \text{ kN}.$$

$$3 \text{ m} \leq Z \leq 150 = 9,6 \text{ m}$$

$$Q_{s2} = p \Delta L f_{av} = 2,0106 (9,6 - 3) 1,6 \left(\frac{103,2 + 50,4}{2} \right) \operatorname{tg} 24$$

$$Q_{s2} = 725,995 \text{ kN}$$

$$9,6 \leq Z \leq 17$$

$$Q_{s3} = 2,0106 (17 - 9,6) 1,6 \cdot (103,2) \operatorname{tg} 24$$

$$Q_{s3} = 1093,805 \text{ kN}.$$

$$A_p = \pi R^2 = 0,321 \text{ m}^2. \Rightarrow Q_p = 1613,981 \text{ kN}. \quad (0,25)$$

b. la méthode de Vesic : $(1,25)$

$$Q_p = A_p q_p = A_p (\sigma'_0 N_c + \sigma'_0 N_q) \quad (0,25)$$

$$\sigma'_0 = \left(\frac{1 + 2K_0}{3} \right) q' \quad K_0 = 1 - \sin \phi \quad \phi = 35^\circ$$

$$K_0 = 0,43. \quad N_c = 75,17$$

$$q' = 16,8 \cdot 3 + 8 \cdot 14 + 10 \cdot 6 = 222,4 \text{ kN/m}^2. \quad (0,25)$$

$$Q_p = 0,321 \left(\frac{1 + 2(0,43)}{3} \cdot 222,4 \right) 75,17.$$

$$Q_p = 3327,17 \text{ kN}. \quad (0,25) \quad \sigma'_0 = 137,294$$

c. la méthode de Coyle et Castello : $(0,5)$

$$Q_u = Q_p + Q_s = q' N_q^* A_p + \int_{av} p L.$$

$$Q_p = q' N_q^* A_p \quad / N_q^* = 45 \quad (0,25)$$

$$Q_p = 222,4 \times 45 \times 0,321 \Rightarrow$$

$$Q_p = 3212,568 \text{ kN} \quad (0,25)$$

2. la valeur approximative de la capacité portante de pointe : $(0,25)$

$$Q_p = \frac{Q_{p1} + Q_{p2} + Q_{p3}}{3} \Rightarrow Q_p = 2715,906 \text{ kN} \quad (0,25)$$

امتحان السداسي الثاني في مقياس الطرق ومختلف الشبكات

Questions :

- 1) Citez les composantes du système d'alimentation en eau potable.
- 2) Montrer les différences qui existent entre les différents modes de distribution d'eau potable.
- 3) Quelle sont les méthodes utilisées pour le calcul des débits des eaux usées et donner la différence entre ces méthodes.

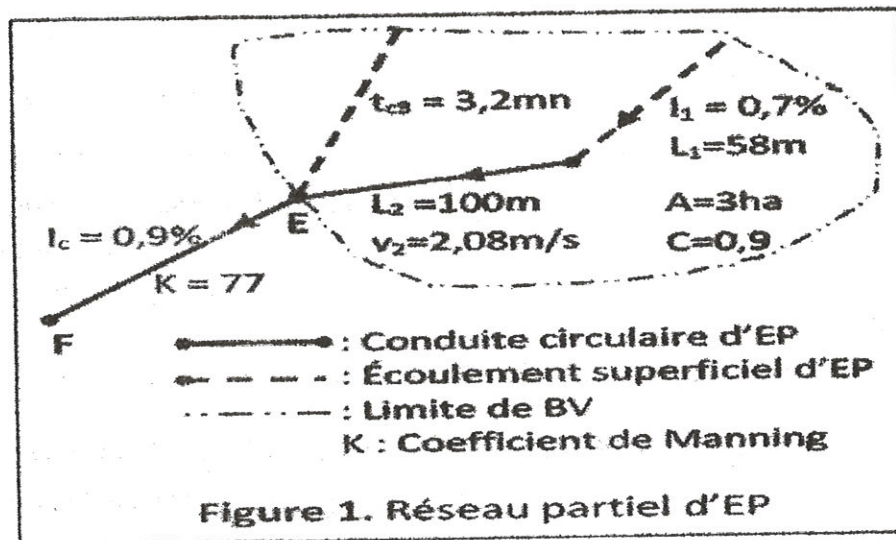
Exercice 1 :

En considérant la figure 1:

- 1) déterminer, par la méthode rationnelle, le débit de pointe Q_p généré par le BV au point E.
- 2) en supposant que $Q_p = 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$, dimensionner la conduite E-F à l'aide de la formule de Manning sachant que $D = \left(\frac{1}{0,03117 \times K} \times Q_p \times \sqrt{I} \right)^{\frac{3}{8}}$

On donne les DN : 300 ; 400 ; 500 ; 600 ; 800 ; 1000 ; 1200 ; 1400 ; 1500 ; ...

$a = 4$ et $b = -0.5$



Exercice 3

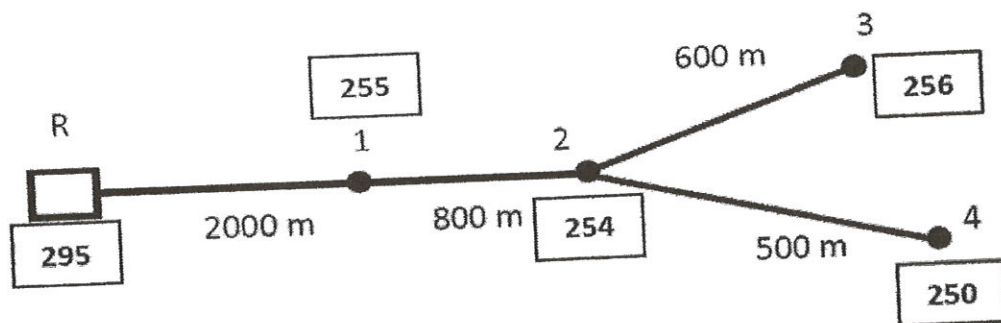
On veut alimenter en eau potable une zone rurale dont la population est estimée à 3500 habitants.

Le schéma du réseau d'alimentation est donné sur la figure suivante (La conduite R-1 est une conduite d'adduction alors que les conduites 1-2 ; 2-3 et 2-4 constituent le réseau de distribution).

Les chiffres non encadrés représentent les longueurs des conduites alors que les chiffres encadrés représentent les altitudes des nœuds en m.).

En estimant que la zone est rurale, on prendra respectivement le coefficient de pointe journalière, le coefficient de pointe horaire et le coefficient des fuites :

$$K1=1,5 \quad K2=3 \quad K3=1,25$$



1. En prenant une dotation journalière de $q_{m,j}=120$ litres/habitant, calculer le débit moyen journalier $Q_{j,moy}$.

2. Calculer dans ce cas le débit journalier maximal $Q_{j, max}$.

3. En utilisant la méthode de répartition selon les longueurs, déterminer pour chaque tronçon le débit en route Q_r , le débit de transit Q_t et le débit aux nœuds Q_c .

On donne $L_{total} = 1900m$ et $Q_r = \frac{Q_{j,max}}{L_{total}} \times L_i$ et $Q_c = 0.55 Q_r + Q_t$

Question :

1) Les Composantes du système A.E.P. (2.5 Pts)

- Captage - traitement - Adduction - Accumulation et stockage - Distribution - utilisation

2) La différence entre les différents mode de distribution A.E. (1 Pts)

1) Distribution gravitaire : se fait à partir d'un stockage qui domine hydrauliquement tous le réseau. (0.5)

2) Le Refoulement distributif : est adopté dans le cas où le Stockage est inexistant. (0.5)

3) Les méthode utilisées pour le calcul des débits et eaux usées : (2 Pts)

* Méthode Caquot

{ - la superficie du bassin Versant $< 200 \text{ ha}$.
- La pente maximale ne dépasse pas 5%.

$$0.2 < C < 1$$

Exo 1: (4,5 Pts)

1) Détermination de Q_P (Méthode rationnelle)

$$t_{c1} = 0,0195 \times \frac{L_1^{0,77}}{I_1^{0,385}} \quad (0,25)$$

$$* t_{c1} = 0,0195 \times (58)^{0,77} \times (0,007)^{-0,385} = \boxed{3 \text{ min}} \quad (0,25)$$

$$* t_{cH} = t_{c1} + L_2/V_2 \quad (0,25)$$

$$* t_{cE} = 3 + 100/2,08 \times 60 = 3 + 0,8 = \boxed{3,8 \text{ min}} \quad (0,25)$$

$$t_c = \text{Max}(t_{cE} + t_{c3}) = \text{Max}(3 \text{ min}, 3,8 \text{ min})$$

$$\boxed{t_c = 3,8 \text{ min}} \quad (0,25)$$

$$\boxed{Q_{PE} = \frac{1}{6} \times C \times A \times (t_c)^b} \quad (0,25)$$

$$Q_{PE} = \frac{1}{6} \times 0,9 \times 3 \times 4 \times (3,8)^{-0,5} = \boxed{0,923 \text{ m}^3/\text{s}} \quad (0,25)$$

2) Dimensionnement de la conduite E-F

$$D = \left(\frac{1}{0,03117 \times K} \times Q_{PE} \times \sqrt{I_c} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$= \frac{1}{0,03117 \times 77} \times 0,8 \times \sqrt{0,9} \quad (0,25)$$

①

Exo 2:

(2PT)

1) Le débit moyen de rejet : Q_{moyij}

$$Q_{moyij} = K_2 \times \frac{N \times D}{1000} \quad (m^3/j) \quad (0,25)$$

$$* Q_{moyij} = 0,8 \times \frac{25000 \times 180}{1000}$$

$$Q_{moyij} = 3600 \text{ m}^3/j = 41,67 \text{ l/s} \quad (0,25)$$

2) Le débit maximum évacuer par la conduite Q_P

$$K_P = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moyij}}} \quad (0,25)$$

$$K_P = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{41,67}} \Rightarrow K_P = 1,89 \quad (0,25)$$

$$Q_P = K_P \times Q_{moyij} \quad (l/s) \quad (0,25)$$

$$Q_P = 1,89 \times 41,67 = 78,75 \text{ l/s} = 6804 \text{ m}^3/j \quad (0,25)$$

3) Diamètre de la conduite

$$D = \left(\frac{3,2083 \times Q_P}{K_S \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$D = \left(\frac{3,2083 \times 0,07875}{100 \sqrt{0,02}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$D = 0,221 \text{ m} \quad (0,25)$$

(3)

B/ $\dot{Q}_t$:

$$\dot{Q}_{t2-3} = \boxed{0} \quad (0,28)$$

$$\dot{Q}_{t2-4} = \boxed{0} \quad (0,28)$$

$$\dot{Q}_{t1-2} = 8,63 + 7,19 = \boxed{15,82 \text{ l/s}} \quad (0,28)$$

$$\dot{Q}_{tR-1} = 8,63 + 7,19 + 11,51 = \boxed{27,34 \text{ l/s}} \quad (0,28)$$

c/ $\dot{Q}_c$:

$$\dot{Q}_c = \dot{Q}_t + 0,55 \dot{Q}_R$$

$$\dot{Q}_{c2-3} = 0 + 0,55 \times 8,63 = \boxed{4,69} \quad (0,28)$$

$$\dot{Q}_{c2-4} = 0 + 0,55 \times 7,19 = \boxed{3,96} \quad (0,28)$$

$$\dot{Q}_{c2-1} = 15,82 + 0,55 \times 11,51 = \boxed{22,15} \quad (0,28)$$

$$\dot{Q}_{cR-1} = 27,34 + 0,55 \times 0 = \boxed{27,34 \text{ l/s}} \quad (0,28)$$

Question de cours

1. Remplissez le vide en dessous :

Un escalier est une suite de plans horizontaux disposés en gradins, il sert à monter et descendre aisément d'un niveau à un autre.

- : murs ou voiles entourant l'escalier.
..... : la partie horizontale des gradins constituant l'escalier.
..... : la hauteur de marche.
..... : partie inclinée servant de support aux marches sur toute leur largeur.
..... : partie horizontale d'accès ou d'arrivée d'une volée.
..... : ensemble de marches entre deux parties horizontales.
2. Quel est le principe de précontrainte ?

Exercice1 :

On considère une semelle de fondation d'un poteau de dimension (20X25cm) supportant une charge centrée de compression dans l'hypothèse d'une répartition uniforme des contraintes.

- Charges permanente = 0,167 MN
- Charge d'exploitation = 0,383 MN

Caractéristique des matériaux :

- Acier FeE400
- Béton $f_{c28} = 22$ MPa
- Contrainte admise sur le sol $\sigma_{sol} = 3$ bar

Questions :

- 1- Déterminer les dimensions en plan et en élévation de la semelle.
- 2- Est-ce que les armatures suivant sont favorable pour ferrailer notre semelle ou non !

Nappe inférieure : 10 HA 12

Nappe extérieure : 8 HA 12

- 3- Représenter le schéma final avec le ferrailage de la semelle.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي - سكيكدة

الإسم و اللقب :

الفوج :

رقم التسجيل :

الرقم السري :

القسم :

المقياس :

التاريخ :



ملاحظة هامة : يُمنع على الطالب وضع أية إشارة على ورقة الإمتحان.

Question de cours :

① Remplir le vide :

1. Cage d'escalier
2. Marche (giron "g")
3. Contre-marche "h"
4. Pailasse
5. Palier
6. Vêlée

② Le principe du B.P :

En imposant aux éléments un effort de compression axial judicieusement appliqué, de supprimer (ou fortement limiter) les sollicitations de traction dans le béton.

الرقم السري

العلامة

Exercice 01

• des données :

$$G = 0,164 \text{ kN}$$

$$Q = 0,383 \text{ kN}$$

• caractéristiques des matériaux

Acier FeE400, fissuration préjudiciable

$$\text{Béton } f_{ctd} = 2,8 \text{ MPa}$$

$$\bar{F}_{sol} = 3 \text{ bars}$$

① Détermination des dimensions

On a :

$$\bar{F}_{sol} = 3 \text{ bars} = (3 \text{ bars} \times 0,1 \text{ MPa}) = 0,3 \text{ MPa}$$

$$N_{sr} = G + Q = 0,164 + 0,383 = 0,547 \text{ kN}$$

$$N_d = 1,35G + 1,5Q = (1,35 \times 0,164) + (1,5 \times 0,383) = 0,799 \approx 0,8 \text{ kN}$$

$$f_{sd} = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 347,82 \text{ MPa}$$

► La surface portante :

$$S \geq \frac{N_{sr}}{\bar{F}_{sol}} = \frac{0,55}{0,3} = 1,833 \text{ m}^2$$

► des dimensions :

On a un poteau : (20 cm x 25 cm)

$$A \geq \sqrt{\frac{a}{b} S} \Rightarrow A \geq \sqrt{\frac{0,20}{0,25} \cdot 1,833}$$

$$\Rightarrow A = 1,21 \text{ m}$$

on prend $A = 1,25 \text{ m}$

$$B \geq \sqrt{\frac{b}{a} S} \Rightarrow B \geq \sqrt{\frac{0,25}{0,20} \cdot 1,833}$$

$$\Rightarrow B = 1,51 \text{ m}$$

on prend $B = 1,55 \text{ m}$

► la hauteur utile de la semelle :

$$d \geq \max(d_a, d_b) \Rightarrow d \geq \max\left[\frac{A-a}{4}, \frac{B-b}{4}\right]$$

$$d \geq \max\left[\frac{1,25 - 0,20}{4}, \frac{1,55 - 0,25}{4}\right]$$

$$= \max[0,26; 0,32]$$

on prend : $d = 0,35 \text{ m}$

► la hauteur totale h de la semelle :

$$h = d + 0,05 \text{ m} \Rightarrow h = 0,35 + 0,05$$

$$h = 0,40 \text{ m}$$

► Vérification de la condition

$$F_{sol} < \bar{F}_{sol}$$

$$F_{sol} = \frac{N_{ser} + PP_{semelle}}{\text{Surface de semelle}}$$

$$= \frac{0,55 \times (0,028 \times 1,25 \times 1,55 \times 0,40)}{(1,25 \times 1,55)} = 0,299 \text{ MPa}$$

alors, $F_{sol} = 0,299 \text{ MPa} < 0,3 \text{ MPa}$
 ⇒ condition favorable

Détermination de la semelle:

Nappe inférieure

$$ELU: 10,67 \text{ cm}^2 \Rightarrow 10 \text{ HA } 12$$

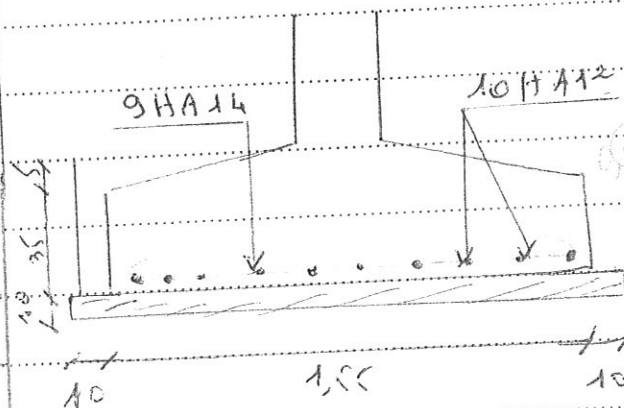
$$ELS: 13,24 \text{ cm}^2 \Rightarrow 9 \text{ HA } 14 \text{ Max}$$

Nappe supérieure

$$ELU: 8,62 \text{ cm}^2 \Rightarrow 8 \text{ HA } 12$$

$$ELS: 10,69 \text{ cm}^2 \Rightarrow 10 \text{ HA } 12 \text{ Max}$$

► Schéma de la semelle:



$A_s // B$

$A_s // A$

$$A_{s/B} = \frac{N_u(B-b)}{8d f_{sc}}$$

$$A_{s/A} = \frac{N_u(A-c)}{8d f_{sc}}$$

$$A_{s/B} = \frac{0,80 \times (1,55 - 0,25)}{8 \times 0,35 \times 347,82}$$

$$A_{s/A} = \frac{0,80 \times (1,25 - 0,25)}{8 \times 0,35 \times 347,82}$$

$$A_{s/B} = 10,67 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_{s/A} = 8,62 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_{s/B} = 10,67 \text{ cm}^2 \Rightarrow 10 \text{ HA } 12 (11,31 \text{ cm}^2)$$

$$A_{s/A} = 8,62 \text{ cm}^2 \Rightarrow 8 \text{ HA } 12 (9,048 \text{ cm}^2)$$

$$A_{s/B} = \frac{0,55 \times (1,55 - 0,25)}{8 \times 0,35 \times 192,79}$$

$$A_{s/A} = \frac{0,55 \times (1,25 - 0,25)}{8 \times 0,35 \times 192,79}$$

$$= 1,324 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$= 1,069 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_{s/B} = 13,24 \text{ cm}^2 \Rightarrow 9 \text{ HA } 14 (13,81 \text{ cm}^2)$$

$$A_{s/A} = 10,69 \text{ cm}^2 \Rightarrow 10 \text{ HA } 12 (11,31 \text{ cm}^2)$$

$$f_{t28} = 0,6 \times 0,86 (22) = 1,92 \text{ MPa}$$

$$F_{sp} = \min \left(\frac{2}{3} f_c ; 110 \sqrt{1,6 \times 1,92} \right)$$

$$= \min \left(\frac{2}{3} \times 2400 ; 110 \sqrt{1,6 \times 1,92} \right)$$

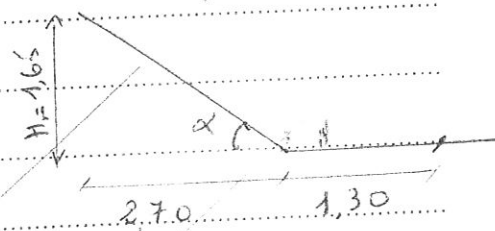
$$= \min (1600 ; 192,79) \Rightarrow$$

$$F_{sp} = 192,79 \text{ MPa}$$

Exercice 02

supposant que:

$$e = 15 \text{ cm}$$



on doit vérifier la formule de Blondel
 $59 \text{ cm} \leq 2R + g \leq 66$

Nombre de contre-marches:

$$n - 1 = 18 \text{ marches}$$

supposant que $R = 17 \text{ cm}$

$$\Rightarrow 2R + g \leq 64$$

$$2 \times 17 + g = 64 \Rightarrow g = 64 - 34 = 30$$

$$g = 30 \text{ cm}$$

Contre-marche:

$$2R + g = 64 \Rightarrow n = \frac{H}{R} = \frac{165}{17} = 9,7 \approx 10$$

$$n = 10 \text{ contre-marche}$$

► Vérification de la condition

$$\bar{F}_{sol} < \bar{F}_{sol}$$

$$\bar{F}_{sol} = \frac{N_{ser} + P_{serelle}}{\text{Surface de semelle}}$$

$$= \frac{0,55 + (0,028 \cdot 1,25 \cdot 1,55 \cdot 0,40)}{(1,25 \cdot 1,55)} = 0,5693$$

$$\bar{F}_{sol} = 0,299 \text{ MPa}$$

alors, $\bar{F}_{sol} = 0,299 \text{ MPa} < 0,3 \text{ MPa}$
 ⇒ condition favorable

Nappe inférieure

$$\text{ELU } 10,67 \text{ cm}^2 \Rightarrow 10 \text{ HA } 12$$

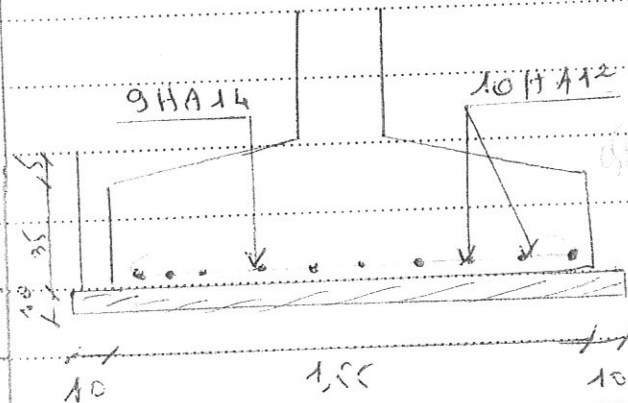
$$\text{ELS } 13,24 \text{ cm}^2 \Rightarrow 9 \text{ HA } 14 \text{ Max}$$

Nappe supérieure

$$\text{ELU } 8,62 \text{ cm}^2 \Rightarrow 8 \text{ HA } 12$$

$$\text{ELS } 10,69 \text{ cm}^2 \Rightarrow 10 \text{ HA } 12 \text{ Max}$$

► Schéma de la semelle:



$A_s \perp B$

$A_s \parallel A$

$$A_{s \perp B} = \frac{N_0(B-b)}{8d f_{sc}}$$

$$A_{s \parallel A} = \frac{N_0(A-a)}{8d f_{sc}}$$

$$A_{s \perp B} = \frac{0,80 \cdot (1,55 - 0,25)}{8 \cdot 0,35 \cdot 347,82}$$

$$A_{s \parallel A} = \frac{0,80 \cdot (1,25 - 0,20)}{8 \cdot 0,35 \cdot 347,82}$$

$$A_{s \perp B} = 1,067 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_{s \parallel A} = 8,62 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s \perp B} = 10,67 \text{ cm}^2 \Rightarrow$$

$$A_{s \parallel A} = 8,62 \text{ cm}^2$$

$$10 \text{ HA } 12 (11,31 \text{ cm}^2)$$

$$8 \text{ HA } 12 (9,48 \text{ cm}^2)$$

$$A_{s \perp B} = \frac{0,55(1,55 - 0,25)}{8 \cdot 0,35 \cdot 192,79}$$

$$A_{s \parallel A} = \frac{0,55(1,25 - 0,20)}{8 \cdot 0,35 \cdot 192,79}$$

$$= 1,324 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$= 1,069 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_{s \perp B} = 13,24 \text{ cm}^2 \Rightarrow$$

$$A_{s \parallel A} = 10,69 \text{ cm}^2$$

$$9 \text{ HA } 14 (13,85 \text{ cm}^2)$$

$$10 \text{ HA } 12 (11,31 \text{ cm}^2)$$

$$f_{pxy} = 0,6 + 0,6(2,2) = 1,92 \text{ MPa}$$

$$\bar{F}_{sp} = \min\left(\frac{2}{3} f_c; 110 \sqrt{\frac{1,6}{f_{ij}}}\right)$$

$$= \min\left(\frac{2}{3} \cdot 400; 110 \sqrt{\frac{1,6}{1,92}}\right)$$

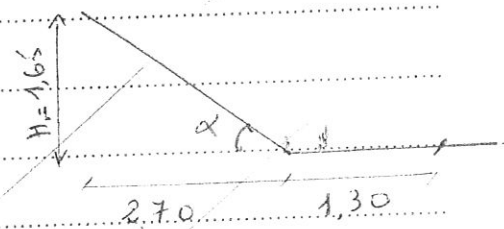
$$= \min(266,67; 192,79) \Rightarrow$$

$$\bar{F}_{st} = 192,79 \text{ MPa}$$

Exercice 02

supposant que:

$$e = 15 \text{ cm}$$



On doit vérifier la formule de Blondel

$$59 \text{ cm} \leq 2P + g \leq 66$$

• Nombre de contre-marches:

$$n - 1 = 18 \text{ marches}$$

supposant que $P = 17 \text{ cm}$

$$\Rightarrow 2P + g \leq 64$$

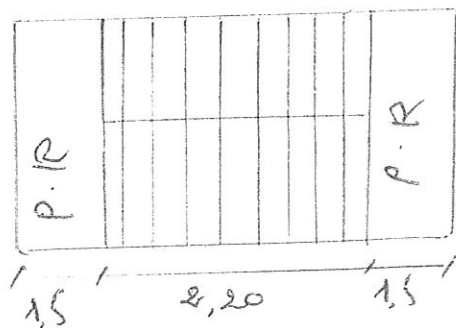
$$2 \cdot 17 + g \leq 64 \Rightarrow g = 64 - 34 = 30$$

$$g = 30 \text{ cm}$$

• Contre-marche:

$$2P + g, n = \frac{H}{h} = \frac{165}{14} = 11,85 \approx 12$$

$$n = 13 \text{ contre-marche}$$



Les données:

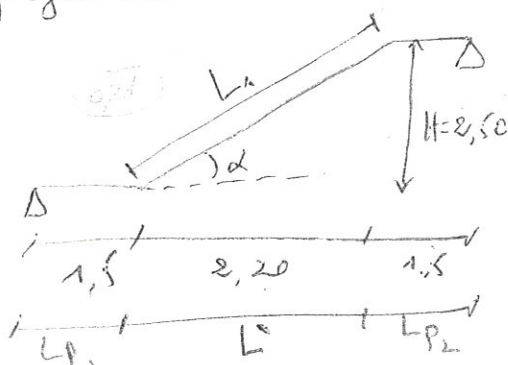
$$Q = 2,5 \text{ kn/m}^2$$

$$H = 2,50 \text{ m}$$

$$f_{c28} = 24 \text{ MPa}, f_{ctE} = 400 \text{ MPa}, \gamma = 25 \text{ kn/m}^3$$

Fissuration préjudiciable.

$$d' = 2 \text{ cm}$$



• Nombre de contre marche

$$4n^2 - (64 + 2H + L)n + 2H = 0$$

$$4n^2 - (64 + 2 \cdot 250 + 220)n + 2 \cdot 250 = 0$$

$$4n^2 - 784n + 500 = 0$$

$$\Rightarrow n = 12 \text{ contre marche}, n-1 = 11 \text{ marche}$$

Solution avec D:

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

$$a = 64, b = 784, c = 500$$

$$\Delta = (784)^2 - 4(64 \cdot 500) =$$

$$= 614656 - 128000 = 486656 > 0$$

$$\sqrt{\Delta} = 697,607$$

$$\Rightarrow x_1 = \frac{-784 + 697,607}{2 \cdot 64}$$

$$= -11,57$$

$$x_2 = \frac{-784 - 697,607}{128} = 0,674$$

$$\text{Donc } n \approx 12$$

• Détermination de g:

$$g = \frac{L}{n-1} = \frac{2,20}{11} = 20 \text{ cm}$$

• Détermination de h:

$$h = \frac{H}{n} = \frac{2,50}{12} = 20,83 \approx 21 \text{ cm}$$

$$g + 2h = 20 + 42 = 62 \in [53,66]$$

Donc la formule de Blondel est vérifiée

• Epaisseur de la pailleasse:

$$l_{\text{totale}} = L_p + L' + L_{p2} =$$

$$+ \tan \alpha = \frac{H}{L'} \Rightarrow \alpha = \arctan \left(\frac{H}{L'} \right)$$

$$\Rightarrow \alpha = 45,64^\circ$$

$$L_1 = \frac{L'}{\cos \alpha} = \frac{220}{0,66} = 333 \text{ m}$$

$$\Rightarrow l_{\text{totale}} = 150 + 330 + 150 = 630 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e \in \left[\frac{l}{30}, \frac{l}{20} \right] \Rightarrow e \in [21, 31]$$

$$\text{on prend } e = 22 \text{ cm}$$

• G pailleasse:

$$G_1 = \frac{24 \cdot 0,22}{0,66} = 8 \text{ kn/m}^2$$

$$G_2 = \frac{22 \cdot 2,50}{2} = 27,5 \text{ kn/m}^2$$

$$G_T = 14,03 \text{ kn/m}^2$$

• G palier:

$$G_1 = 24 \cdot 0,22 = 5,28 \text{ kn/m}^2$$

$$G_T = 6,72 \text{ kn/m}^2$$

$$\Rightarrow G_T \in [20, 75 \text{ kn/m}^2]$$

• Charge d'exploitation: $Q = 2,5 \text{ kn/m}^2$

► Combinaison de charges:

$$\textcircled{1} \text{ Pailleasse: } P_0 = 1,35 \cdot 14,03 + 1,5 \cdot 2,5 = 25,95 \text{ kn/m}^2$$

$$P_5 = G_1 + Q = 14,03 + 2,5 = 16,53 \text{ kn/m}^2$$

$$\textcircled{2} \text{ Palier: } P_0 = 1,35 \cdot 6,72 + 1,5 \cdot 2,5 = 13,82 \text{ kn/m}^2$$

$$P_5 = 6,72 + 2,5 = 9,22 \text{ kn/m}^2$$

$$P_{\text{pavée}} = 12,82 \text{ km/m}$$

$$P_{\text{raillasse}} = 22,69 \text{ km/m}$$

• la charge équivalente:

$$q_e = \frac{\sum q_i \cdot L_i}{\sum L_i} = \frac{12,82(1,5+1,5) + 22,69 \times 4,20}{5,20}$$

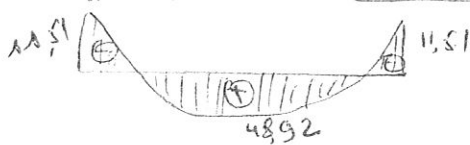
$$q_e = 17,03 \text{ km/m}$$

• le moment équivalent

$$M_0 = \frac{q_e \cdot L^2}{8} = \frac{17,03 \cdot 5,20^2}{8} = 57,56 \text{ km}$$

- en travée: $M_t = 0,85 \cdot 57,56 = 48,92 \text{ km}$

- en appui: $M_a = 0,2 \cdot 57,56 = 11,51 \text{ km}$



① En travée: $M_t = 48,92 \text{ km} = 0,04892 \text{ MN.m}$

Utilisation d'organigramme de flexion simple

• $d = 0,9h = 0,19 \text{ m} \approx 0,20$

• $f_{bu} = \frac{0,85 f_{c28}}{0,8h} = 13,6 \text{ MPa}$

• $f_{su} = \frac{f_c}{\gamma_s} = 348 \text{ MPa}$

⇒ Moment réduit: $\mu = \frac{M_0}{b d^2 f_{bu}} = \frac{0,04892}{0,19^2 \cdot 13,6} = 0,099$

$$\mu = 0,099$$

• $\alpha = 1 - 0,9366 \sqrt{1 - 2 \cdot 0,099} = 0,161$

• $\beta = \frac{16\alpha - 1}{15} = 0,105$

• $A_{su} = \frac{B \cdot b \cdot d \cdot f_{bu}}{f_{su}} = 7,79 \text{ cm}^2 \Rightarrow 7 \text{ HA12}$

• $A_{\text{min}} = \max \left\{ \frac{b \cdot h}{100}, 0,23 b d \frac{f_{t28}}{f_{su}} \right\}$

• $A_r = \frac{A_s}{4} = \frac{7,79}{4} = 1,94 \text{ cm}^2 \Rightarrow 3 \text{ T10}$

$St = \frac{100}{3} = 33 \approx 35 \text{ cm}$

$$P_{\text{pavée}} = 9,22 \text{ km/m}$$

$$P_{\text{raillasse}} = 16,53 \text{ km/m}$$

• la charge équivalente:

$$q_e = \frac{25,75 \times 2,0}{5,20} = 9,89 \text{ km/m}$$

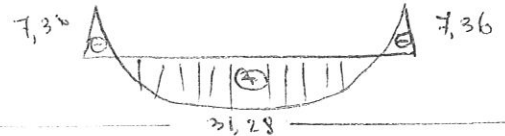
$$q_e = 10,89 \text{ km/m}$$

• le moment équivalent

$$M_0 = \frac{q_e \cdot L^2}{8} = \frac{10,89 \cdot 5,20^2}{8} = 36,80 \text{ km}$$

- En travée: $M_t = 0,85 \cdot 36,80 = 31,28 \text{ km}$

- En appui: $M_a = 0,2 \cdot 36,80 = 7,36 \text{ km}$



② En travée: $M_t = 31,28 \text{ km} = 0,03128 \text{ MN.m}$

$M_a = 11,51 \text{ km} = 0,01151 \text{ MN.m}$

• Moment réduit:

$\mu = \frac{M_0}{b d^2 f_{bu}} = 0,023$

• $\alpha = 1 - 0,9366 \sqrt{1 - 2\mu} = 0,085$

• $\beta = \frac{16\alpha - 1}{15} = 0,024$

• $A_{s_k} = \frac{B \cdot b \cdot d \cdot f_{bu}}{f_{su}} = 1,78 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4 \text{ T8}$

$St = \frac{100}{4} = 25 \text{ cm}$

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



NIV : 4EME ANNÉE PEST GC
COEFFICIENT : 02

MODULE : HYDRAULIQUE
HORAIRE : 02 H

EMD 02



Exercice N°01 (questions de cours) (4 points) :

- 1- Énoncez La Formule De La Force De Pression Sur Une Paroi Plane Vertical Immérgée Et Précisez La Position Du Centre De Pression
- 2-Expliquez La Différence Entre Le Point De Vue Lagrangien Et Le Point De Vue Eulérien En Cinématique Des Fluides ? ;
- 3- Donnez L'équation De Conservation De La Masse Pour Un Écoulement Incompressible ? ;
- 4 – Que Signifie L Écoulement Permanent ?
- 5- Écrivez L'équation De Bernoulli, Entre Deux Points D'une Ligne De Courant, Que Signifie Chaque Terme

Exercice N°02 (4 points) :

Une Porte Rectangulaire Verticale De Hauteur, $H = 2.5$ m, et largeur $L = 1.8$ m, Est Totalement Immérgée Dans L'eau, Sa Partie Supérieure Se Trouvant À 1.2 M Sous La Surface Libre

1. Calculez La Pression Résultante A Point Le Plus Bas De La Porte ;
2. Calculez La Force Résultante Due À La Pression Hydrostatique Sur La Porte ;
3. Déterminez La Position Du Centre De Pression À Partir De La Surface Libre ;
4. Que Se Passerait-Il Si La Densité Du Liquide Était Plus Faible ?

Exercice N°03 (4 points) :

Une Conduite Cylindrique De Diamètre $D_1 = 0.30$ m, Transporte De L'eau À Une Vitesse Moyenne $V_1 = 1.5$ m/s, Se Retrecit à Un Diamètre $D_2 = 0.20$ m

1. Calculez Le Débit Volumique Dans La Sonduite (en m^3/s)
2. Déduisez La Vitesse V_2 Dans La Section Étroite
3. Est-Ce Que La Masse Volumique Intervient Dans Ce Calcul Pour N Fluide Incomprssible ?, Expliquez
4. Représentez L'écoulement Par N Schémà Simple Avec Les Vitesses Et Sections

Exercice N°04 (4 points) :

Dans Un Tuyau Horizontal De L'eau S'écoule Entre Deux Sections De Diamètres Différents

* En Amont : $D_1 = 0.25 \text{ m}$, Vitesse $V_1 = 1.2 \text{ m/s}$, Pression $P_1 = 210 \text{ kPa}$

* En Aval : $D_2 = 0.10 \text{ m}$, pression $P_2 = ?$

1. Calculez la vitesse V_2 à l'aval du tuyau
2. Déterminez La Pression P_2
3. Interprétez Le Résultat Obtenu Pour La Pression En Aval
4. Ce résultat serait-il différent, si le tuyau était incliné vers le bas ? Pourquoi ?

Exercice N°05 (4 points) :

Un Réservoir Ouvert Alimente Un Tuyau Horizontal De Diamètre $D = 0.05 \text{ m}$, Situé À 4 m Plus Bas, L'extrémité Du Tuyau Est Libre

1. Calculez La Vitesse D'écoulement Théorique À La Sortie Du Tuyau
2. En Supposant Que L'écoulement Est Uniforme, Calculez Le Débit Volumique
3. Si Le Tuyau Se Prolonge Avec Un Diamètre Réduit à $D' = 0.03 \text{ m}$, Quelle Serait La Nouvelle Vitesse ?
4. Comparez Les Pressions Dans Les Deux Sections Du Tuyau Et Expliquez Physiquement

Données générales :

$$\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg/m}^3, g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$$



NIV : 4EME ANNÉE PEST GC
COEFFICIENT : 02

MODULE : HYDRAULIQUE
HORAIRE : 02 H

CORRIGÉ TYPE



Exercice N°01 (questions de cours) (4 points) :

I - Formule de la force de pression : (0.50Pts)

$$F = \rho \cdot g \cdot H_G \cdot S.$$

Avec :

ρ : masse volumique du liquide (en kg/m^3) ;

g : l'accélération de la pesanteur/gravité (en m.s^{-2})

H_G : profondeur du centre de gravité de la surface immergée

S : surface immergée

Position du centre de pression : (0.50 Pts)

$$h_p = Y_G + \frac{I_G}{Y_G \times S}$$

Avec

I_G : le moment d'inertie de la surface par rapport à l'axe horizontal passant par le centre de gravité

2- Différence Entre Le Point De Vue Lagrangien Et Le Point De Vue Eulérien En Cinématique Des Fluides :

Point de vue lagrangien : (0.5 Pts)

On suit individuellement chaque particule fluide au cours du temps, idéal pour décrire des trajectoires

Point de vue eulérien : (0.5 Pts)

On observe les grandeurs du fluide (vitesse, pression, etc) à des points fixes de l'espace. Utilisé en mécanique des fluides

3- L'équation De Conservation De La Masse Pour Un Écoulement Incompressible :

$$\nabla \vec{V} = 0 \text{ (0.25 Pts)}$$

Cela signifie que le volume de fluide entrant dans un volume de contrôle est égal au volume sortant (0.25 Pts)

4 -Écoulement Permanent :

Un écoulement est dit permanent si les grandeurs caractéristiques du fluide (vitesse, pression.etc) ne varient pas au cours du temps en un point donné (0.5 Pts)

5- équation De Bernoulli, Entre Deux Points D'une Ligne De Courant :

$$\frac{P}{\rho \cdot g} + \frac{V^2}{2g} + Z = \text{constante (0. 5 Pts)}$$

Avec :

$\frac{P}{\rho \cdot g}$: hauteur de pression (0.25 Pts)

$\frac{V^2}{2g}$: hauteur de vitesse (0.25 Pts)

Z : hauteur géométrique

Exercice N°02 (4 points) :

1. Calcul de La Pression Résultante A Point Le Plus Bas De La Porte ;

La porte est totalement immergée, et sa partie supérieure se trouve à 1.2 m plus bas, donc

$$P = \rho \cdot g \cdot H, \text{ avec } H = 2.5 + 1.2 = 3.7 \text{ m}$$

$$\text{Donc } P = 1000 \cdot 9.81 \cdot 3.7 = 36297 \text{ Pa (01 Pts)}$$

2. Calcul de La Force Résultante Due À La Pression Hydrostatique Sur La Porte ;

En appliquant la formule de la force de pression appliqué sur une paroi verticale, on aura :

$$F = \rho \cdot g \cdot H_G \cdot S.$$

$$\text{Avec } S = 2.5 \cdot 1.8 = 4.5 \text{ m}^2$$

$$H_G : \text{centre de gravité} = 1.2 + 1.25 = 2.45 \text{ m}$$

D'où

$$F = 1000 \cdot 9.81 \cdot 2.45 \cdot 4.5 = 108059 \text{ N (01 Pts)}$$

3. La Position Du Centre De Pression À Partir De La Surface Libre ;

Nous avons

$$h_p = Y_G + \frac{I_G}{Y_G \times S}, \text{ avec } I_G = \frac{L \times H^3}{12} = \frac{1.8 \times 2.5^3}{12} = 2.34 \text{ m}^4$$

$$h_p = Y_G + \frac{I_G}{Y_G \times S} = 2.45 + \frac{2.34}{2.45 \times 4.5} = 2.65 \text{ m (1.50 Pts)}$$

4. si La Densité Du Liquide Était Plus Faible, la pression et la force exercées seraient réduites proportionnellement **(0.5 Pts)**

Exercice N°03 (4 points) :

Données

$$D1 = 0.30 \text{ m} ; V1 = 1.5 \text{ m/s} ; D2 = 0.20 \text{ m}$$

1. Débit Volumique Dans La Sonduite (en m³/s) :

$$\text{Nous avons : } Q = A_1 \cdot V_1 = \frac{\pi}{4} \times D_1^2 \times 1.5 \approx 0.106 \text{ m}^3/\text{s (01 Pts)}$$

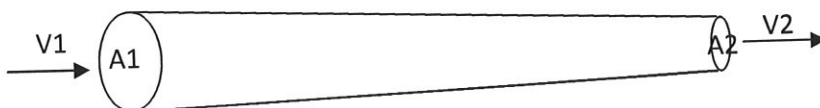
2. Vitesse V2 Dans La Section Étroite :

D'après l'équation de continuité, nous avons, le débit constant :

$$Q = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.106}{0.0314} \approx 3.37 \text{ m/s (01 Pts)}$$

3. Pour un fluide incompressible la masse volumique d'intervient pas, car elle est constante et s'annule dans le bilan de volume **(01 Pts)**

4. Représentation de L'écoulement (01 Pts)



Exercice N°04 (4 points) :

Données

* En Amont : $D_1 = 0.25$ m, Vitesse $V_1 = 1.2$ m/s, Pression $P_1 = 210$ kpa

* En Aval : $D_2 = 0.10$ m, pression $P_2 = ?$

1. Calcul de la vitesse V_2 à l'aval du tuyau :

$$Q = A_1 \cdot V_1 = 0.0491 \cdot 1.2 = 0.059 \text{ m}^3/\text{s} = A_2 \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.059}{0.00785} \approx 7.51 \text{ m/s (01 Pts)}$$

2. Déterminez La Pression P_2 :

d'après l'équation de bernoulli entre l'amont et l'aval du tuyau, nous avons :

$$\frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{V_2^2}{2g} \Rightarrow P_2 = P_1 + \frac{\rho}{2} (V_1^2 - V_2^2) \approx 210000 + \frac{1000}{2} (1.2^2 - 7.51^2) \approx 182520 \text{ Pa (1.50 Pts)}$$

3. La Pression En Aval, diminue en raison de la vitesse de sortie (effet de venturie) (0.5 Pts)

4. Ce résultat serait différent, si le tuyau était incliné vers le bas, car le terme de la hauteur (z), interviendrait dans l'équation de bernoulli et affecterait la pression (01 Pts)

Exercice N°05 (4 points) :

Données :

$D = 0.05$ M, Situé À 4 M Plus Bas, L'extrémité Du Tuyau Est Libre

1. Calcul de La Vitesse D'écoulement Théorique À La Sortie Du Tuyau :

En appliquant l'équation de bernoulli entre la surface libre du reservoir et son point de sortie :

$$m_1 \cdot g \cdot h_1 + \frac{m_1 \cdot V_1^2}{2} + P_1 = m_2 \cdot g \cdot h_2 + \frac{m_2 \cdot V_2^2}{2} + P_2$$

Et comme P_1 et P_2 , se trouve en contact de l'air, cela signifie qu'elles sont égales à la pression atmosphérique, également le fluide est homogène, donc $m_1 = m_2 = m$, $V_1 = 0$, car elle se trouve sur la surface libre du réservoir

De ce fait

$$g \cdot h_1 = g \cdot h_2 + \frac{V_2^2}{2} \Rightarrow V_2 (\text{vitesse de sortie}) = \sqrt{2g \cdot \Delta H} = \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 4} \approx 8.86 \text{ m/s (01 Pts)}$$

2. Calcul du Débit Volumique :

$$Q = A \cdot V; \text{ avec } A = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = \frac{\pi}{4} \cdot 0.05^2 = 0.00196 \text{ m}^2; \text{ donc } Q = 0.00196 \cdot 8.86 \approx 0.0174 \text{ m}^3/\text{s (01 Pts)}$$

3. La Nouvelle Vitesse :

$$Q = A' \cdot V'; \text{ avec } A' = \frac{\pi}{4} \cdot D'^2 = \frac{\pi}{4} \cdot 0.02^2 = 0.000707 \text{ m}^2; \text{ donc } V' = \frac{Q}{A'} = \frac{0.0174}{0.000707} \approx 24.6 \text{ m/s (01 Pts)}$$

4. Comparaison des Préssions Dans Les Deux Sections & commentaires : (01 Pts)

* la vitesse augmente $\rightarrow$ la pression diminue (conservation de l'énergie) ;

* la chute de pression est due à la conversion de l'énergie potentielle en énergie cinétique



Correction d'examen

Nom :

Prénom :

La note :

Solution (mode d'évaluation) :

0,5 Ouvrir Robot Structural Analysis.

Définir le type de la structure à étudier (Sélectionner l'icône Etude d'une coque).

1,5 Réglage des préférences de la tâche.

- Réglage des unités
- Matériaux (béton et acier)
- Réglage des normes (BAEL91, DTR C2-47/NV99, RPA 2003).

9 Modélisation.

- Définition des axes (X, Y, Z).
- Définition de la section

(Poteaux, Poutres P, Poutres_S, Poutres palière, Voile, Voile ascenseur, Balcon, Dalle, Palier de repos, Paillasse).

- Modélisation des éléments de barres. (Poteaux, Poutres_P, Poutres_S, Poutres palière)
 - Intersection des éléments.
- Modélisation des éléments de section. (Balcon, Dalle, Palier de repos, Paillasse, Voile, Voile ascenseur).

2,5

Chargements.

- Définition des cas de charges G et Q.
- Définition de la charge G et Q.
 - 1- Plancher Etage courant +RDC+SS.
 - 2- Balcon.
 - 3- Paillasse (Volée).
 - 4- Palier.

0,5

Création de la liaison rigide.

1

Création des étages

2

Changement de quelque paramètre.

- Changement de contour de Plancher terrasse inaccessible.
- Changement des cas de charges G et Q
 - 1- Plancher terrasse inaccessible.
- Supprime la poutre palière, Paillasse.

0,5

Encastrement des escaliers

0,5

Définition des appuis

1,5

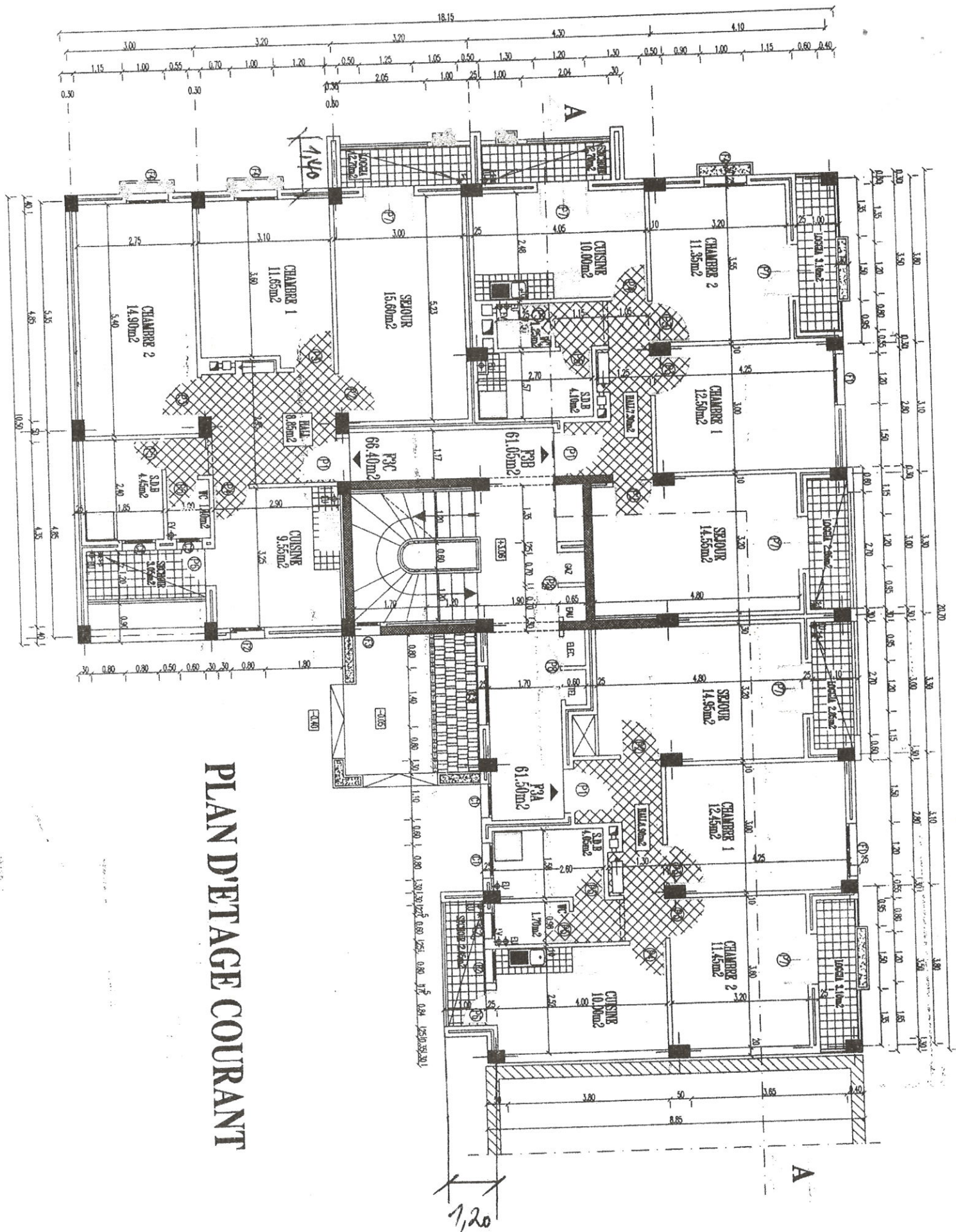
Analyse.

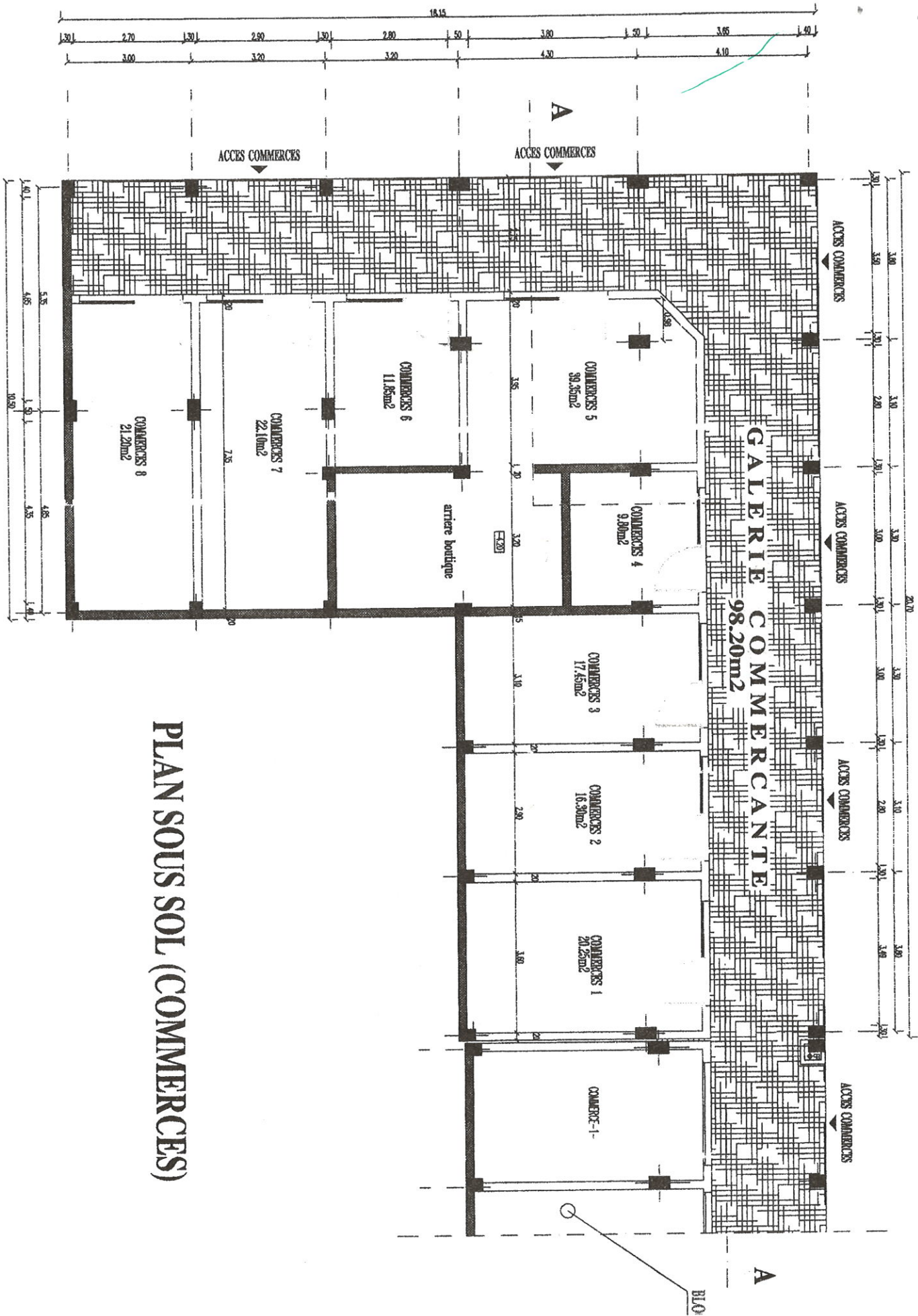
- Vérification de la structure
- Lancement du calcul.
- Type d'analyse

0,5

Résultats.

PLAN D'ETAGE COURANT





PLAN SOUS SOL (COMMERCES)

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



NIV : 4EME ANNÉE PEST GC
COEFFICIENT : 02

MODULE : TECHNOLOGIE D'OUVRAGES
HORAIRE : 02 H

EMD 02



EXERCICE N°01 ((05 POINTS)) :

- Citez trois raisons principales justifiant le recours aux ouvrages souterrains en milieu urbain.
- Faites la distinction entre tunnelier TBM et technique d'excavation à l'explosif.
- Quelle est la fonction des voussoirs dans un tunnel creusé en terrain meuble?
- Citez deux systèmes de soutènement provisoire utilisés après excavation.
- Expliquez brièvement le rôle du soutènement au front de taille et de la voûte parapluie.

EXERCICE N°02 (05 POINTS) :

Un ingénieur doit choisir un site pour implanter un barrage destiné à l'irrigation d'une plaine agricole. D'après les critères de sélection d'un site de barrage, répondez aux questions suivantes :

- Citez trois critères topographiques essentiels pour choisir un bon site de barrage.
- Quelles sont les données géologiques à analyser lors de l'étude du site ?
- Pourquoi la perméabilité du sol est-elle un facteur critique ?
- Quelle est l'importance des données sismologiques dans la conception du barrage ?
- Quelle configuration de vallée serait défavorable pour l'implantation d'un barrage ? Expliquez.

EXERCICE N°03 (10 POINTS) :

Complétez le tableau suivant en comparant les barrage-poids, voûtes et en remblais selon les critères indiqués.

Critère	Barrage-poids	Barrage-voûte	Barrage en remblais
Principe de stabilité			
Type de fondation requis			
Matériau principal			
Avantage principal			
Inconvénient majeur			

Ensuite

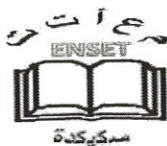
- Donnez deux raisons pour lesquelles on pourrait préférer un barrage zoné à un barrage en terre homogène.
- Dans quel type de vallée construit-on un barrage-voûte ? Pourquoi ?

EXERCICE N°04 (05 POINTS) :

Dessinez schématiquement un château d'eau sur fût cylindrique, en nommant les éléments suivants :

Cuvette, Conduite de vidange, Trop-plein, Accès technique, Événements

- Citez trois critères à considérer pour choisir l'implantation d'un château d'eau dans une ville.
- Expliquez le rôle :
 - a) trop-plein, b) conduite de vidange, c) tube de chute
- Quel est l'intérêt d'un réservoir enterré par rapport à un château d'eau en béton armé ?



NIV : 4EME ANNÉE PEST GC
COEFFICIENT : 02

MODULE : TECHNOLOGIE D'OUVRAGES
HORAIRE : 02 H

CORRIGÉ TYPE



EXERCICE N°01 ((05 POINTS)) :

*** Trois cas d'usage : (01 Pts)**

- Traversée de montagnes
- Passage sous rivières / routes
- Réseaux d'assainissement ou métro

Comparaison méthodes : (01 Pts)

Méthode	Avantage	Inconvénient
Tunnelier EPB	Sécurité et régularité	Très coûteux, complexe
NATM (traditionnelle)	Souple et adaptable au terrain	Plus lente et dépendante du terrain

Définitions :

a) Voussoir : élément préfabriqué en béton formant la paroi du tunnel. **(01 Pts)**

b) Voûte parapluie : voûte temporaire en acier ou béton projeté pour protéger le front de taille. **(01 Pts)**

*** Soutènements provisoires : 01 Pts)**

- Stabilisent le terrain juste après excavation.
- Évitent effondrements en attendant le revêtement définitif.

EXERCICE N°02 (05 POINTS) :

*** Trois critères topographiques essentiels : (01 Pts)**

- Présence d'un resserrement naturel de la vallée.
- Capacité à créer un grand volume de retenue pour un petit barrage.
- Stabilité du terrain (pas de glissements, bonne assise).

*** Données géologiques à analyser : (01 Pts)**

- Nature des sols et roches (perméabilité, résistance mécanique).
- Présence de discontinuités : failles, fissures, fractures.
- Épaisseur des couches, altérabilité à l'eau.

*** Importance de la perméabilité : (01 Pts)**

- Un terrain trop perméable permettrait des fuites, réduisant la retenue.
- Peut compromettre la stabilité du barrage.

*** Importance des données sismologiques : (01 Pts)**

- Pour le dimensionnement de la structure.
- Prévoir les efforts dus aux séismes (sécurité).

Configuration défavorable : (01 Pts)

- Une vallée trop large, sans étranglement naturel.
- Nécessiterait un barrage trop grand et coûteux.

EXERCICE N°03 (5 POINTS) :

Complétez le tableau suivant en comparant les barrage-poids, voûtes et en remblais selon les critères indiqués. (03 Pts)

Critère	Barrage-poids	Barrage-voûte	Barrage en remblais
Principe de stabilité	Par poids propre	Par effet d'arc sur les rives	Par masse + étanchéité du noyau
Type de fondation requis	Sol stable, bonne portance	Fondation rocheuse très solide	Souplesse, terrain modérément stable
Matériau principal	Béton massif	Béton armé en forme arquée	Terre, enrochement, argile
Avantage principal	Simplicité de calcul, stabilité intrinsèque	Économie de béton	Adaptabilité au terrain, faible coût
Inconvénient majeur	Très volumineux, coûteux	Main d'œuvre qualifiée, fondations strictes	Sensible aux infiltrations, entretien

*** Pourquoi préférer un barrage zoné ? (01 Pts)**

- Meilleure répartition des fonctions (étanchéité, stabilité).
- Permet des dimensions plus importantes avec sécurité accrue.

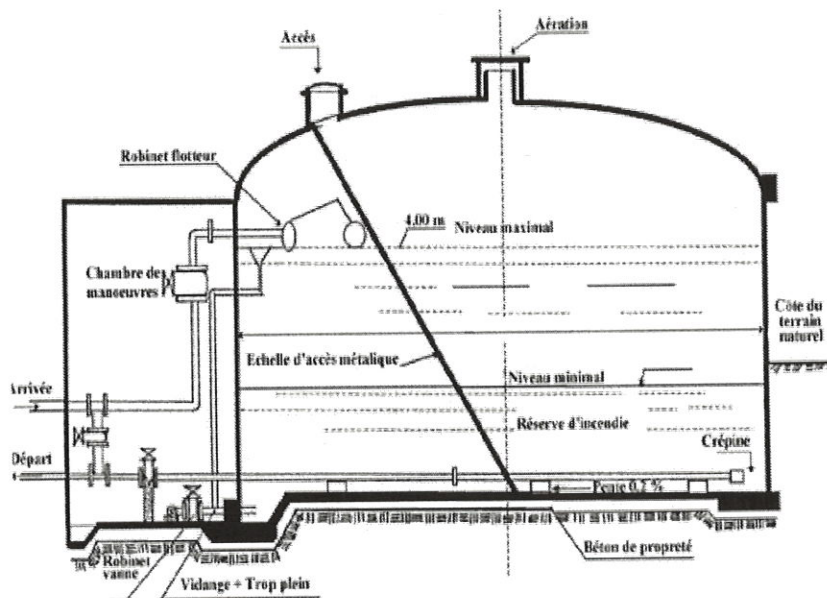
*** Vallée étroite pour barrage-voûte : (01 Pts)**

Car l'effet d'arc repose la poussée sur les rives proches et solides.

EXERCICE N°04 (05 POINTS) :

*** Schéma attendu :**

→ Cuve supérieure, fût, trop-plein, conduite de vidange en bas, évent au sommet, accès (échelle ou trappe). (01Pts)



*** Critères d'implantation : (1.5 Pts)**

- Altitude / topographie
- Accessibilité pour entretien
- Proximité des zones à desservir

*** Fonctions : (1.5 Pts)**

- Trop-plein : empêche débordement.
- Vidange : vide la cuve pour nettoyage ou travaux.
- Tube de chute : conduit l'eau vers le réseau.

*** Réservoir enterré vs château d'eau : (01 Pts)**

Réservoir enterré est discret, protège contre la chaleur
Château d'eau fournit pression naturelle grâce à la hauteur